

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИЕЙ |

УДК 004:658.7(571.16)

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 3-8Т42 | Каричев Евгений Николаевич | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОАР ИШИТР | Курганов В. В. | к.т.н. | | |

Нормоконтроль

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОАР ИШИТР | Суханов А. В. | к.х.н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|-------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОСГН ШБИП | Конотопский В. Ю. | к.э.н. | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------|-----------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент ООД ШБИП | Мезенцева И. Л. | | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Руководитель ООП | Воронин А. В. | к.т.н., доцент | | |
| Руководитель ОАР ИШИТР | Леонов С. В. | к.т.н. | | |

Томск – 2019 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП
15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

| Код результата | Результат обучения (Выпускник должен быть готов) |
|-------------------------------------|---|
| <i>Профессиональные компетенции</i> | |
| P1 | Обладать естественнонаучными и математическими знаниями для решения инженерных задач в области разработки, производства и эксплуатации систем управления техническими объектами и средств автоматизации |
| P2 | Обладать знаниями о передовом отечественном и зарубежном опыте в области управления техническими объектами с использованием вычислительной техники |
| P3 | Применять полученные знания (P1 и P2) для формулирования и решения инженерных задач при проектировании, производстве и эксплуатации современных систем управления техническими объектами и их составляющих с использованием передовых научно-технических знаний, достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств |
| P4 | Уметь выбирать и применять соответствующие методы анализа и синтеза систем управления, методы расчета средств автоматизации, уметь выбирать и использовать подходящее программное обеспечение, техническое оборудование, приборы и оснащение для автоматизации и управления техническими объектами |
| P5 | Уметь находить электронные и литературные источники информации для решения задач по управлению техническими объектами |
| P6 | Уметь планировать и проводить эксперименты, обрабатывать данные и проводить моделирование с использованием вычислительной техники, использовать их результаты для ведения инновационной инженерной деятельности в области управления техническими объектами |
| P7 | Демонстрировать компетенции, связанные с инженерной деятельностью в области научно-исследовательских работ, проектирования и эксплуатации систем управления и средств автоматизации на предприятиях и организациях–потенциальных работодателях, а также готовность следовать их корпоративной культуре |
| <i>Универсальные компетенции</i> | |
| P8 | Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий |
| P9 | Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации и управления техническими объектами, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам |
| P10 | Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду |
| P11 | Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Отделение Автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись)

(Дата)

Воронин А.В.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

| |
|--|
| бакалаврской работы |
| (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации) |

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|----------------------------|
| 3-8Т42 | Каричев Евгений Николаевич |

Тема работы:

| | |
|--|-------------------------|
| Проектирование системы автоматизированного управления газораспределительной станцией | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | №2344/с от 26.03.2019г. |

Срок сдачи студентом выполненной работы:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|---|--|
| Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i> | 1. Объект исследования газораспределительная станция №1 г.Томск АО «Газпром трансгаз Томск» 2. Предмет исследования: Распорядок работы – круглосуточный, круглогодичный. 3. Объекты процесса. |
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i> | 1. Спроектирована автоматизированная система подачи потребителям газа обусловленного количества с определенным давлением, степенью очистки и одоризации. 2. Разработана схема автоматизации. 3. Выбран комплекс основных узлов. 4. Разработана схема соединений внешних проводов. 5. Разработаны планы расположения оборудования и проводов. 6. Разработаны алгоритмы управления. 7. Разработаны экранные формы. |
| Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i> | 1. Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-2013. 2. Таблица перечня вход/выходных сигналов. 3. Функциональная схема автоматизации. 4. Дерево экранных форм. |

| | |
|--|---|
| | 5. Схемы соединений внешних проводок. 6. Мнемосхема ГРС. 7. Схема внешних проводок. |
|--|---|

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

| Раздел | Консультант |
|--|------------------------------|
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Конотопский Владимир Юрьевич |
| Социальная ответственность | Мезенцева Ирина Леонидовна |
| | |
| | |

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

| |
|--|
| |
| |
| |

| | |
|---|--|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | |
|---|--|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|--------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОАР ИШИТР | Курганов Василий Васильевич | К.Т.Н. | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 3-8Т42 | Каричев Евгений Николаевич | | |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Уровень образования – бакалавр
 Отделение школы (НОЦ) – Автоматизации и робототехники
 Период выполнения – весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

| |
|--|
| бакалаврская работа |
| (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация) |

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

| | |
|--|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | |
|--|--|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|---|------------------------------------|
| | Основная часть | 60 |
| | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 20 |
| | Социальная ответственность | 20 |

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Учёная степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------|--------------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОАР ИШИТР | Курганов Василий Васильевич | к.т.н. | | |

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

| Должность | ФИО | Учёная степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|---------------------------------|------------------------|---------|------|
| Руководитель ООП | Воронин Александр Васильевич | к.т.н., доцент | | |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|----------------------------|
| 3-8Т42 | Каричев Евгений Николаевич |

| Школа | ИШИТР | Отделение (НОЦ) | Автоматизации и робототехники |
|---------------------|-------------|---------------------------|---|
| Уровень образования | бакалавриат | Направление/специальность | Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли) 15.03.04 |

Тема ВКР:

| | |
|---|--|
| Проектирование системы автоматизированного управления газораспределительной станцией | |
| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | Анализируемый объект находится на территории Томской области. Местность заболоченная, равнинная. Климат умеренный. При обслуживании и эксплуатации ГРС могут возникать вредные и опасные производственные факторы, влияющие на обслуживающий персонал предприятия трубопроводного транспорта природного газа. Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера. |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| 1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. | СП 36.13330.2012 «Свод правил. Магистральные трубопроводы» СП 86.13330.2014 «Свод правил. Магистральные трубопроводы» ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы» ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность» ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности» ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность» |
| 2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия | Объекты транспорта газа, имеют опасные и вредные факторы и относятся к категории повышенной опасности. Вредные факторы: <ul style="list-style-type: none"> – климатические условия; – превышение уровня шума; – недостаточная освещённость рабочей зоны. Опасные факторы: <ul style="list-style-type: none"> – электрическая дуга и искры при сварке; – повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; – взрывоопасность и пожароопасность; – электрический ток. |
| 3. Экологическая безопасность: | При обслуживании и эксплуатации ГРС сопровождается: <ul style="list-style-type: none"> – загрязнением атмосферного воздуха; – повреждением почвенно-растительного покрова; |

| | |
|--|--|
| | – уничтожением лесных массивов. |
| 4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: | Чрезвычайные ситуации на ГРС могут возникнуть в результате внезапной разгерметизации газопровода отвода, возникновения взрыва и развития пожара. |

| | |
|---|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|---|--|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент ООТД ШБИП | Мезенцева Ирина Леонидовна | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 3-8Т42 | Каричев Евгений Николаевич | | |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|----------------------------|
| 3-8Т42 | Каричев Евгений Николаевич |

| Школа | ИШИТР | Отделение | ОАР |
|---------------------|-------------|---------------------------|--|
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | Автоматизация технологических процессов и производств 15.03.04 |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| | |
|---|---|
| 1. Стоимость ресурсов проекта: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Принять по действующим ценам |
| 2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования | Ставка отчислений на социальные нужды составляет 30 % для образовательных и научных учреждений, налог на добавочную стоимость 20% |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|-----------|
| 1. Оценка экономической эффективности проекта | Выполнить |
|---|-----------|

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

| |
|---------------------------|
| 1. Линейный график работы |
|---------------------------|

| | |
|--|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|--|--|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|------------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОСГН ШБИП | Конотопский Владимир Юрьевич | к.э.н. | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 3-8Т42 | Каричев Евгений Николаевич | | |

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 99 с., 20 рисунков, 23 таблиц, 26 источников, 7 приложений.

Объектом исследования является газораспределительная станция.

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления ГРС с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В процессе работы проводились анализ, разработка и описание структуры автоматизируемой производственной установки, разработка схемы автоматизации, разработка технического, программного и информационного обеспечения. Проведено моделирование газораспределительной станции для автоматизированного рабочего места.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений, сократить число аварий.

Ниже представлен перечень ключевых слов.

ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ, КЛАПАН С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ПИД-РЕГУЛЯТОР, ЛОКАЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ПРОТОКОЛ, SCADA-СИСТЕМА.

По результатам оценки выпускной квалификационной работы с позиции ресурсной, финансовой и экономической эффективности выявлена конкурентоспособность проекта, благодаря обеспечению высокого уровня, надежности и безопасности, что является неотъемлемой частью задачи автоматизации газоснабжающей отрасли.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2007 и представлена на лазерном диске (в конверте на обороте обложки).

Определения и сокращения

В данной работе используются следующие определения:

АС (автоматизированная система): Комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса. Термин автоматизированная, в отличие от термина автоматическая подчеркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации;

интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN): Совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой;

видеокадр: Область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм, окон управления, журналов и т.п.;

мнемосхема: Представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ;

мнемознак (мнемосимвол): Представление объекта управления или технологического параметра (или их совокупности) на экране АРМ;

протокол (CAN, OSI, ProfiBus, HART, Profibus DP, Modbus): Набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами;

SCADA (англ. Supervisory Control And Data Acquisition - диспетчерское управление и сбор данных): Под термином SCADA понимают инструментальную программу для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных;

объект управления: Обобщающий термин кибернетики и теории автоматического управления, обозначающий устройство или динамический

процесс, управление поведением которого является целью создания системы автоматического управления;

программируемый логический контроллер (ПЛК):

Специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов. В отличие от компьютеров общего назначения, ПЛК имеют развитые устройства ввода-вывода сигналов датчиков и исполнительных механизмов, приспособлены для длительной работы без серьёзного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды. ПЛК являются устройствами реального времени;

диспетчерский пункт (ДП):

Центр системы диспетчерского управления, где сосредотачивается информация о состоянии производства;

автоматизированное рабочее место (АРМ):

Программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида. При разработке АРМ для управления технологическим оборудованием как правило используют SCADA-системы;

распределенная система управления (РСУ):

Распределенная система управления – система управления технологическим процессом, характеризующаяся построением распределённой системы ввода вывода и децентрализацией обработки данных;

ТЕГ:

Метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры;

автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП):

Комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях. Под АСУ ТП обычно понимается комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных технологических операций на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно завершённый продукт;

пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД)

регулятор: Устройство, используемое в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра. ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения;

Modbus: Коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер».

В данной работе используются следующие сокращения:

PLC (Programmable Logic Controllers) - программируемые логические контроллеры (ПЛК);

OLE (Object Linking and Embedding) - протокол, определяющий взаимоотношение объектов различных прикладных программ при их компоновке в единый объект/документ;

IP (International Protection) - степень защиты;

ГРС - газораспределительная станция;

АЦП - аналого-цифровой преобразователь;

ЦАП - цифро-аналоговый преобразователь;

БРГ - блок редуцирования газа;

САУ - система автоматического управления;

МГ - магистральный газопровод;

КИПиА - контрольно-измерительные приборы и автоматика;

САР - система автоматического регулирования;

ПО - программное обеспечение;

ДКД - дискретный клапан – дроссель;

УСО - устройство сопряжения (связи) с объектом, устройство ввода/вывода.

Оглавление

| | |
|--|----|
| Введение | 16 |
| 1 Разработка ТЗ системы автоматизированного управления | 19 |
| 1.1 Основные задачи создания АСУ ТП | 19 |
| 1.2 Назначение и состав ГРС | 20 |
| 1.3 Требования к автоматике ГРС | 25 |
| 1.4 Требования к техническому обеспечению | 26 |
| 1.5 Требования к метрологическому обеспечению | 27 |
| 1.6 Требования к программному обеспечению | 27 |
| 1.7 Требования к математическому обеспечению | 28 |
| 1.8 Требования к информационному обеспечению | 28 |
| 1.9 Требования к персоналу системы и режиму его работы | 29 |
| 1.10 Требования к безопасности, пожаробезопасности и взрывобезопасности | 30 |
| 2 Основная часть | 31 |
| 2.1 Описание технологического процесса | 31 |
| 2.2 Функциональная схема автоматизации | 32 |
| 2.3 Разработка схемы информационных потоков ГРС | 32 |
| 2.4 Выбор средств реализации ГРС | 34 |
| 2.4.1 Выбор контроллерного оборудования ГРС | 34 |
| 2.4.2 Выбор датчиков | 37 |
| 2.4.2.1 Выбор датчика давления | 37 |
| 2.4.2.2 Выбор уровнемера | 39 |
| 2.4.2.3 Выбор датчика температуры | 42 |
| 2.4.2.4 Выбор датчика перепада давления | 44 |
| 2.4.3 Выбор исполнительных механизмов | 45 |
| 2.4.4 Выбор запорной арматуры | 50 |
| 2.5 Разработка схемы внешних проводок | 54 |
| 2.6 Выбор алгоритмов управления АС ГРС | 54 |
| 2.6.1 Алгоритм пуска/останова технологического оборудования | 55 |
| 2.7 Экранные формы АС ГРС | 58 |
| 2.7.1 Разработка дерева экранных форм | 58 |
| 2.7.2 Разработка экранных форм АС ГРС | 59 |

| | |
|--|----|
| 2.7.2.1 Основное меню | 60 |
| 2.7.2.2 Область видеокадра | 61 |
| 3 Социальная ответственность | 64 |
| 3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 64 |
| 3.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов | 65 |
| 3.3 Разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих | 67 |
| 3.3.1 Микроклимат | 67 |
| 3.3.2 Освещенность | 68 |
| 3.3.3 Электробезопасность | 68 |
| 3.4 Экологическая безопасность | 71 |
| 3.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 72 |
| 4 Финансовый менеджмент. Ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 75 |
| 4.1 Организация и планирование работ | 75 |
| 4.1.1 Продолжительность этапов работ | 75 |
| 4.1.2 Расчет накопления готовности проекта | 80 |
| 4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта | 80 |
| 4.2.1 Расчет затрат на материалы | 81 |
| 4.2.2 Расчет заработной платы | 82 |
| 4.2.3 Расчет затрат на социальный налог | 82 |
| 4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию | 83 |
| 4.2.5 Расчет амортизационных расходов | 83 |
| 4.2.6 Расчет прочих расходов | 84 |
| 4.2.7 Расчет общей себестоимости разработки | 84 |
| 4.2.8 Расчет прибыли | 85 |
| 4.2.9 Расчет НДС | 85 |
| 4.2.10 Цена разработки НИР | 85 |
| 4.3 Оценка экономической эффективности проекта | 85 |
| Заключение | 86 |
| Conclusion | 88 |
| Список используемых источников | 90 |
| Приложение А Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-2013 | 93 |
| Приложение Б Таблица перечня вход/выходных сигналов | 94 |

| | |
|---|----|
| Приложение В Обобщенная структура управления АС | 95 |
| Приложение Г Функциональная схема автоматизации | 96 |
| Приложение Д Дерево экранных форм | 97 |
| Приложение Е Мнемосхема ГРС | 98 |
| Приложение Ж Схема внешних проводок | 99 |

Введение

Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, применение саморегулирующих технических средств, экономико-математических методов и систем управления, освобождающих человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации, существенно уменьшающих степень этого участия или трудоёмкость выполняемых операций. Требуется дополнительное применение датчиков (сенсоров), устройств ввода, управляющих устройств (контроллеров), исполнительных устройств, устройств вывода, использующих электронную технику и методы вычислений, иногда копирующие нервные и мыслительные функции человека.

Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. Первоначально осуществлялась лишь частичная автоматизация отдельных операций. В дальнейшем сфера применения автоматизации расширилась как на основные, так и на вспомогательные операции. При полной автоматизации роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры.

В последнее время функции систем автоматизации непрерывно расширяются. Все чаще в их задачу входит автоматическая перенастройка оборудования при изменении условий работы с целью получения наиболее эффективных, оптимальных режимов работы установок. Увеличивается количество установок, отдельных линий, цехов и даже предприятий, работающих без участия обслуживающего персонала.

В настоящее время различают четыре основные особенности автоматизации, которые обуславливают задачи и цели ее осуществления.

Первой особенностью автоматизации является возможность повышения производительности труда. Наряду с этим все чаще ставится вопрос о повышении качества и надежности производимой продукции.

Вторая особенность автоматизации обусловлена возможностью управления установкой или производственным процессом в опасных, труднодоступных или вообще недоступных для человека сферах (забои горных предприятий, химические реакторы, ядерные двигатели, атомные электростанции, космические приборы и аппараты и др.).

Третья особенность состоит в возможности замены человека машиной при решении задач, требующих трудоемких и длительных вычислений, а также сопоставления полученных результатов и оперативного логического реагирования.

К четвертой особенности относится повышение культурного и профессионального уровня обслуживающего персонала, в результате чего изменяется характер самого труда. Это имеет большое социальное значение и способствует стиранию граней между умственным и физическим трудом.

Различают следующие основные этапы автоматизации:

1. Частичная автоматизация, когда автоматизируются отдельные, не связанные друг с другом, механизмы или установки.

2. Комплексная автоматизация, при которой все операции технологического процесса согласованы друг с другом и выполняются автоматически по определенной заданной программе.

3. Полная автоматизация, когда автоматизируются как основные, так и вспомогательные операции. При этом предусматривается автоматический выбор оптимальных режимов работы машин и оборудования. На данном этапе широко применяется вычислительная техника, используются принципы кибернетики и оптимального управления.

Современный период технического развития характеризуется созданием и внедрением в промышленность автоматизированных систем управления (АСУ), промышленных роботов, а также гибких производственных систем, объединяющих производственные центры, роботы и манипуляторы, ЭВМ в единую систему, обеспечивающую резкое повышение технико-экономических

показателей за счет возможности автоматической перенастройки оборудования в процессе работы для решения изменяющихся производственных задач, роста производительности труда и качества продукции.

Целью выпускной квалификационной работы является снижение эксплуатационных затрат на транспортировку газа.

1 Разработка ТЗ системы автоматизированного управления

1.1 Основные задачи создания АСУ ТП

Задачи, выполняемые САУ ГРС, можно классифицировать тремя типами:

информационные задачи:

- автоматический сбор информации от датчиков;
- автоматический сбор и обработка информации о режимах работы, состоянии основного и вспомогательного оборудования и положении запорной арматуры, в том числе: запорной арматуры узлов переключения и редуцирования, подогревателей газа, систем пожарообнаружения, контроля загазованности;
- формирование сигнализации о предаварийных и аварийных ситуациях, несанкционированном изменении состояния технологического оборудования, отклонения параметров за пределы технологических уставок;
- отображение информации и сигнализация о нештатных ситуациях на панели контроля и управления шкафа автоматики и на экране дисплея АРМ оператора ГРС;
- интеграция с коммерческими вычислителями расхода газа для измерения расхода газа с накоплением данных о часовых, суточных, месячных и годовых расходах газа по потребителям ГРС.

управляющие задачи:

- автоматическая реализация алгоритмов управления исполнительными механизмами;
- дистанционное управление запорной арматурой и другими технологическими объектами с оперативной панели и с АРМ оператора в соответствии с регламентом работы ГРС;
- автоматическое управление по защитам (автоматическое включение резервных ниток редуцирования при выходе из строя одной из рабочих, отключение вышедших из строя редуцирующих ниток).

задачи диагностирования:

- контроль исправности аппаратуры с сигнализацией отказов на верхнем уровне управления;
- контроль целостности цепей аналоговых датчиков по уровню входного аналогового сигнала, достоверности;
- контроль исправности исполнительных механизмов и их цепей управления по обратной связи (соленоиды управления кранами, контакты магнитных пускателей приводов вентиляторов и т. д.);
- контроль работоспособности локальной сети с формированием аварийного сообщения на верхний уровень управления при нарушении связи.

1.2 Назначение и состав ГРС

Газораспределительные станции (ГРС) должны обеспечивать подачу потребителям (предприятиям и населённым пунктам) газа обусловленного количества с определённым давлением, степенью очистки и одоризации. Для снабжения газом населённых пунктов и промышленных предприятий от МГ сооружаются отводы, по которым газ поступает на газораспределительную станцию.

В состав ГРС входят:

- узел переключения;
- узел предотвращения гидрат образования;
- узел очистки газа;
- узел редуцирования;
- узел учёта газа;
- узел одоризации газа.

Узел переключения ГРС предназначен для переключения потока газа высокого давления с автоматического на ручное регулирование давления по обводной линии, а также для предотвращения повышения давления в линии

подачи газа потребителю с помощью предохранительной арматуры. В узле переключения ГРС следует предусматривать:

- краны с пневмоприводом на газопроводах входа и выхода;
- предохранительные клапаны с переключающими трехходовыми кранами на каждом выходном газопроводе и свечой для сброса газа;
- изолирующие устройства на газопроводах входа и выхода для сохранения потенциала катодной защиты при раздельной защите внутриплощадочных коммуникаций ГРС и внешних газопроводов;
- свечу на входе ГРС для аварийного сброса газа из технологических трубопроводов;
- обводную линию, соединяющую газопроводы входа и выхода ГРС, обеспечивающую кратковременную подачу газа потребителю, минуя ГРС. Обводная линия должна быть оснащена двумя кранами:

- первый - по ходу газа отключающий кран;
- второй - для дросселирования кран-регулятор (в случае отсутствия крана-регулятора допускается использовать задвижку с ручным приводом).

Обводная линия должна обеспечивать проектную производительность ГРС.

Узел переключения должен располагаться на расстоянии не менее 10 метров от зданий, сооружений или технологического оборудования, установленного на открытой площадке.

Пневмоприводные краны узла переключения должны иметь автоматическое или дистанционное управление.

Узел предотвращения гидрат образований предназначен для предотвращения обмерзания арматуры и образования кристаллогидратов в газопроводных коммуникациях и арматуре:

- узел предотвращения гидрат образования должен обеспечивать нормальную работу оборудования ГРС и не допускать его оледенения;

- необходимость в составе ГРС узла подогрева газа и его типоразмер следует определять из условия обеспечения требуемой температуры газа на выходе из ГРС;
- количество и тип подогревателей газа следует определять исходя из значения температуры газа на выходе ГРС - не менее минус 10 °С;
- на ГРС не рекомендуется применение подогревателей газа с использованием открытого пламени;
- для систем жидкостного подогрева газа необходимо предусматривать защиту от прорыва газа в теплосеть.

Узел очистки газа ГРС предназначен для предотвращения попадания механических (твёрдых и жидких) примесей в технологическое и газорегуляторное оборудование и средства контроля и автоматики ГРС и потребителя:

- для очистки газа на ГРС должны применяться пылевлагоулавливающие устройства, обеспечивающие подготовку газа для стабильной работы оборудования ГРС и потребителя;
- на ГРС рекомендуется предусматривать не менее двух аппаратов очистки газа;
- узел очистки газа должен быть оснащен устройствами удаления конденсата и дренажа в сборные резервуары (автоматизация данного процесса определяется заказчиком);
- резервуары должны быть рассчитаны на максимально возможное давление и оборудованы сигнализатором уровня жидкости.

Узел редуцирования газа предназначен для снижения и автоматического поддержания заданного давления газа, подаваемого потребителю. В узле редуцирования ГРС количество редуцирующих линий следует принимать не менее двух (одна резервная). Допускается применять три линии редуцирования равной производительности (одна - резервная). При обосновании допускается предусматривать линию постоянного расхода:

- в узле редуцирования при необходимости допускается предусматривать линию малых расходов для работы в начальный период эксплуатации ГРС;

- редуцирующие линии в пределах одного узла редуцирования должны оснащаться однотипной запорно-регулирующей арматурой;

- линии редуцирования газа должны быть оборудованы сбросными свечами;

- редуцирующие линии должны иметь автоматическую защиту от отклонения от рабочих параметров и автоматическое включение резерва.

Редуцирующие линии должны выполняться по следующим схемам (по ходу газа):

- кран с пневмоприводом, регулятор давления или дискретный клапан-дроссель, кран ручной (защита на кране с пневмоприводом);

- кран с пневмоприводом, регулятор-отсекатель, кран с пневмоприводом на давление выходного газопровода (защита кранами с пневмоприводом);

- кран с пневмоприводом, два последовательно установленных регулятора давления: первый - контрольный, второй - рабочий (защита контрольным регулятором), кран ручной или с пневмоприводом;

- кран с пневмоприводом, кран-регулятор (кран ручной) для дросселирования и кран с пневмоприводом (защита кранами с пневмоприводами);

- кран ручной, отсекающий, регулятор, кран ручной.

Узел учёта газа предназначен для учёта количества расхода газа с помощью различных расходомеров и счётчиков:

- узел учета газа должен проектироваться в соответствии с действующей нормативной документацией Госстандарта России;

- измерительные диафрагмы или другие устройства должны устанавливаться после узла очистки, перед узлом редуцирования или за ним;

- на пусковой период на ГРС при необходимости следует предусматривать дополнительные измерительные устройства на расход газа до 30% проектного;

- на ГРС при необходимости следует предусматривать резервную измерительную линию и хозрасчетные средства измерения расхода газа (для каждого выхода);

- приборы КИП и телемеханики следует размещать в отапливаемых помещениях или блок-боксах при температуре окружающей среды ниже 5 °С.

Узел одоризации газа предназначен для добавления в газ веществ с резким неприятным запахом (одорантов). Это позволяет своевременно обнаруживать утечки газа по запаху без специального оборудования:

- газ, подаваемый в населенные пункты, должен быть одорирован. Для одоризации газа может применяться этилмеркаптан (не менее 16 грамм на 1000 м³) или другие вещества;

- газ, подаваемый промышленным предприятиям и электростанциям, по согласованию с потребителем может не одорироваться;

- в случае наличия централизованного узла одоризации газа, расположенного на магистральном газопроводе, допускается не предусматривать узел одоризации газа на ГРС;

- узел одоризации устанавливается, как правило, на выходе станции после обводной линии. Подача одоранта допускается как с автоматической, так и с ручной регулировкой;

- на ГРС необходимо предусматривать емкости для хранения одоранта. Объем емкостей должен быть таким, чтобы заправка их производилась не чаще 1 раза в 2 месяц. Заправка емкостей и хранение одоранта, а также одоризация газа должна осуществляться закрытым способом без выпуска паров одоранта в атмосферу или их нейтрализацией.

1.3 Требования к автоматике ГРС

Система автоматики ГРС должна обеспечивать следующее:

- измерение:

- 1) давление газа до охранного крана;
- 2) давление газа на входе ГРС;
- 3) температура газа на входе ГРС;
- 4) давление газа на выходе ГРС;
- 5) температура газа на выходе ГРС;
- 6) температура газа после теплообменника ТО-1;
- 7) перепад давления на фильтре Ф-1;
- 8) давление теплоносителя в ТО-1;
- 9) температура теплоносителя в ТО-1;
- 10) температура в помещении БРГ;
- 11) уровень в емкости сбора конденсата Е-1;
- 12) давление в емкости для хранения одоранта;
- 13) уровень в емкости для хранения одоранта.

- управление:

- 1) охранный кран КН-40 (открыть/закрыть);
- 2) кран на входе ГРС КН-1 (открыть/закрыть);
- 3) кран сброса конденсата КН-42 (открыть/закрыть);
- 4) кран сброса газа на свечу из входного трубопровода КН-02 (открыть/закрыть);
- 5) кран на основной линии редуцирования КН-4 (открыть/закрыть);
- 6) кран на резервной линии редуцирования КН-5 (открыть/закрыть);
- 7) кран линии редуцирования малого расхода КН-45 (открыть/закрыть);
- 8) кран на выходе ГРС КН-2 (открыть/закрыть).

- индикацию:

- 1) охранный кран КН-40 (открыт/закрыт);
- 2) кран на входе ГРС КН-1 (открыт/закрыт);

- 3) кран сброса конденсата КН-42 (открыт/закрыт);
- 4) кран сброса газа на свечу из входного трубопровода КН-02 (открыт/закрыт);
- 5) кран на основной линии редуцирования КН-4 (открыт/закрыт);
- 6) кран на резервной линии редуцирования КН-5 (открыт/закрыт);
- 7) кран линии редуцирования малого расхода КН-45 (открыт/закрыт);
- 8) кран на выходе ГРС КН-2 (открыт/закрыт).

1.4 Требования к техническому обеспечению

Оборудование, устанавливаемое на открытых площадках, в зависимости от зоны расположения объекта должно быть устойчивым к воздействию температур от минус 50 °С до 50 °С и влажности не менее 80 % при температуре 35 °С.

Программно-технический комплекс АС должен допускать возможность наращивания, модернизации и развития системы, а также иметь резерв по каналам ввода/вывода не менее 20 %.

Датчики, используемые в системе, должны отвечать требованиям взрывобезопасности. При выборе датчиков следует использовать аппаратуру с искробезопасными цепями. Чувствительные элементы датчиков, соприкасающиеся с сероводородсодержащей или другой агрессивной средой, должны быть выполнены из коррозионностойких материалов либо для их защиты необходимо использовать разделители сред.

Степень защиты технических средств от пыли и влаги должна быть не менее IP56.

Показатели надежности датчиков общепромышленного назначения рекомендуется выбирать, ориентируясь на показатели мирового уровня и лучшие образцы отечественных изделий, а именно:

- 1) время наработки на отказ не менее 100 тысяч часов;
- 2) срок службы не менее 10 лет.

Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода. При необходимости ввода сигналов с датчиков, находящихся во взрывоопасной среде, допускается использовать как модули с искробезопасными входными цепями, так и внешние барьеры искробезопасности, размещаемые в отдельном конструктиве.

1.5 Требования к метрологическому обеспечению

Для узла измерения давления газа в трубопроводе использовать датчики на базе диафрагм. Основная относительная погрешность измерения давления должна составлять не более 1 %.

Основная относительная погрешность датчиков температуры, сигнализаторов должна составлять не более 0,2 %.

Для узла измерения уровня одоранта в емкости использовать поплавковый уровнемер. Основная погрешность измерения уровня должна составлять не более 0,125 %.

1.6 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) АС включает в себя:

- системное ПО (операционные системы);
- инструментальное ПО;
- общее (базовое) прикладное ПО;
- специальное прикладное ПО.

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

- создание и ведение базы данных конфигурации (БДК) по входным/выходным сигналам;
- конфигурирование алгоритмов управления, регулирования и защиты с использованием стандартных функциональных блоков;
- создание мнемосхем (видеокадров) для визуализации состояния технологических объектов;

- конфигурирование отчетных документов (рапортов, протоколов).

Средства создания специального прикладного ПО должны включать в себя технологические и универсальные языки программирования и соответствующие средства разработки (компиляторы, отладчики). Технологические языки программирования должны соответствовать стандарту ИЕС 61131-3.

Базовое прикладное ПО должно обеспечивать выполнение стандартных функций соответствующего уровня АС (опрос, измерение, фильтрация, визуализация, сигнализация, регистрация и др.).

Специальное прикладное ПО должно обеспечивать выполнение нестандартных функций соответствующего уровня АС (специальные алгоритмы управления, расчеты и др.).

1.7 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение АС должно представлять собой совокупность математических методов, моделей и алгоритмов обработки информации, используемых при создании и эксплуатации АС и позволять реализовывать различные компоненты АС средствами единого математического аппарата.

1.8 Требования к информационному обеспечению

По результатам проектирования должны быть представлены:

- состав, структура и способы организации данных в АС;
- порядок информационного обмена между компонентами и составными частями АС;
- структура процесса сбора, обработки, передачи информации в АС;
- информация по визуальному представлению данных и результатам мониторинга.

В состав информационного обеспечения должны входить:

- унифицированная система электронных документов, выраженная в виде набора форм статистической отчетности;
- распределенная структурированная база данных, хранящая систему объектов;
- средства ведения и управления базами данных.

1.9 Требования к персоналу системы и режиму его работы

Для эксплуатации технических и программных средств АСУ ТП персонал должен пройти курс стажировки по специальным программам с последующим контролем полученных знаний.

Оперативно-технологический персонал (операторы, начальники смен) круглосуточно осуществляет контроль и управление технологическим оборудованием производства. Для управления технологическим процессом и оборудованием предназначены станции оператора на базе ПК. К основным функциям оперативно-технологического персонала относятся:

- поддержание технологического процесса в регламентных нормах;
- контроль работы технологического оборудования;
- контроль состояния технологического оборудования;
- взаимодействие с обслуживающим персоналом АСУ ТП;
- контроль условий безопасного ведения процесса;
- ведение и оформление отчетной документации.

Поскольку система внедряется взамен существующих систем управления, ввод системы в действие не изменяет производственных обязанностей оперативного производственного и эксплуатационного персонала и, следовательно, действующая организационная структура изменению не подлежит. Администратор системы назначается из числа наиболее квалифицированных инженеров службы АСУ ТП.

1.10 Требования к безопасности, пожаробезопасности и взрывобезопасности

В данном проекте необходимо учесть требования экологических, санитарных, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации и на территории предприятия, где расположена установка.

Площадка производства полипропилена является опасным производственным объектом, зарегистрированным в государственном реестре. Технологические узлы, входящие в объект автоматизации, относятся к категориям II и III по взрывопожароопасности в соответствии с ПБ 09-540-03. [4]

Категории технологического узла приведены в таблице 1.

Таблица 1– Категории установки по взрывопожароопасности [4]

| Наименование производственных зданий, помещений, наружных установок | Категория взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий (НПБ-105-2003) | Классификация зон внутри и вне помещений для выбора и установки электрооборудования по ПУЭ | | | Группа производственных процессов по санитарной характеристике (СНИП 2.09.04-87) | Категория взрывоопасности по ПБ 09-540-03 |
|---|---|--|------|----|--|---|
| Помещение узла редуцирования газа | A | B-1a | ПАТЗ | 1б | Природный газ | III |

Все компоненты объекта должны соответствовать следующим стандартам по безопасности.

Оборудование, используемое для построения АСУ ТП системы, сертифицировано органами стандартизации Российской Федерации.

2 Основная часть

2.1 Описание технологического процесса

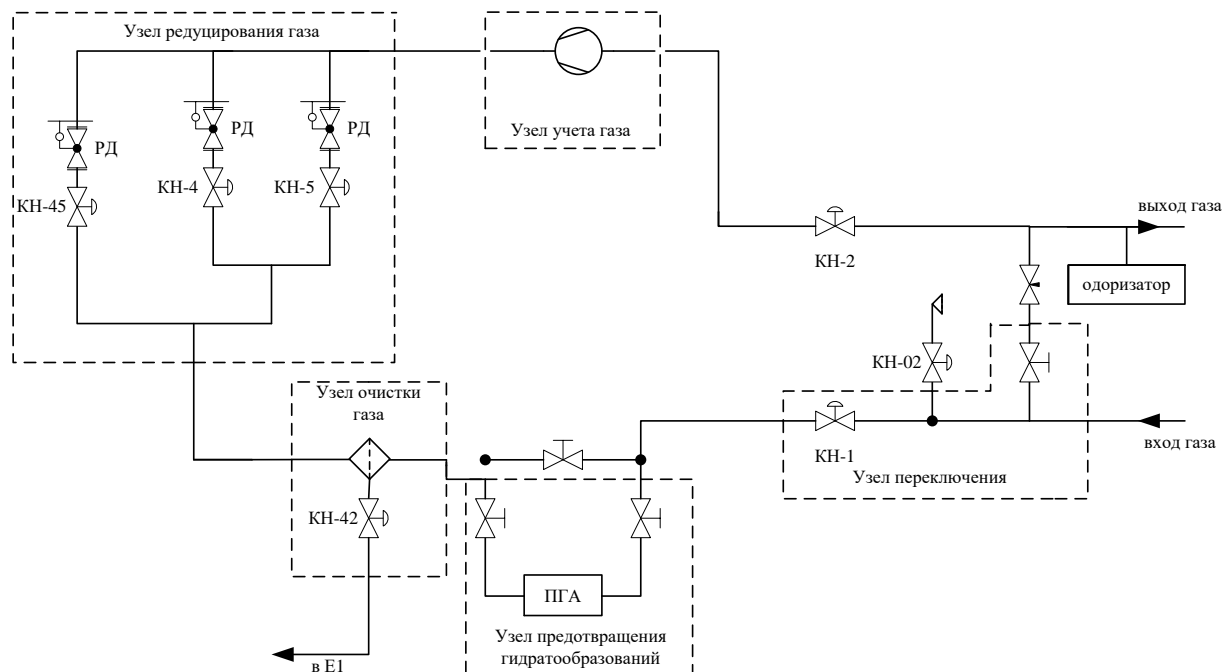


Рисунок 1 — Технологическая схема ГРС

Газ высокого давления, следовавший на вход ГРС, проходит через пневмогидроприводный кран КН-1 (рисунок 1) на теплообменник ТО-1, где нагревается с целью устранения выпадения кристаллогидратов.

Нагрев осуществляется в змеевике системой жидкостного подогрева газа. Далее подогретый газ идет на фильтр Ф-1 для осушки газа. В моей схеме отсутствуют пылеуловители, т.к. ГРС находится недалеко от компрессорной станции, где происходит очистка газа от твердых примесей.

Подогретый газ высокого давления через краны КН-4,5,45 (в зависимости от того какая нитка в работе) следует в блок редуцирования соединенный с узлом очистки. Узел редуцирования состоит из трех редуцирующих ниток: малой, основной и резервной.

В блоке редуцирования осуществляется редуцирование топливного газа на собственные нужды для нагрева теплоносителя в блоке вспомогательного оборудования. Из блока редуцирования газ низкого давления перемещается на замерный узел.

Далее после замерного узла углеводороды через выходной кран КН-2 поступает в узел одоризации, а далее в блок переключений. Подготовленный газ поступает на потребителя с выходным давлением 0,6 МПа.

2.2 Функциональная схема автоматизации

Спроектируем схему автоматизации газораспределительной станции. Схема автоматизации относится к техническим документам, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и обеспечение объекта управления приборами, исполнительными устройствами и средствами автоматизации.

В приложении А и приложении Г приведены схемы автоматизации газораспределительной станции по разным стандартам. (ГОСТ 21.408-2013 и ГОСТ 21.208-2013). На схемах выделены каналы измерения (1-13) и каналы управления (14-21).

2.3 Разработка схемы информационных потоков ГРС

Схема информационных потоков приведена в приложении Б, включает в себя три уровня сбора и хранения информации:

- нижний уровень (уровень сбора и обработки),
- средний уровень (уровень текущего хранения),
- верхний уровень (уровень архивного хранения).

Параметры, передаваемые в локальную вычислительную сеть в формате стандарта OPC, включают в себя:

- давление газа до охранного крана МПа;
- давление газа на входе ГРС МПа;
- температура газа на входе ГРС °С;
- давление газа на выходе ГРС МПа;
- температура газа на выходе ГРС °С;

- температура газа после теплообменника ТО-1 °С;
- перепад давления на фильтре Ф-1 %;
- давление теплоносителя в ТО-1 кПа;
- температура теплоносителя в ТО-1 °С;
- температура в помещении БРГ °С;
- уровень в емкости сбора конденсата Е-1 мм;
- давление в емкости для хранения одоранта кПа;
- давление в рубашке емкости для хранения одоранта кПа;
- уровень в емкости для хранения одоранта мм.

Каждый элемент контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), состоящий из символьной строки. Структура шифра имеет следующий вид:

AAA_BBB_CCCC_DDDDD,

где

1) AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:

- DAV – давление;
- TEM – температура;
- URV – уровень;
- PDA – перепад давления;

2) BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:

- TO1 – теплообменник ТО-1;
- FR1 – фильтр Ф-1;
- OKR – охранный кран;
- EK1 – емкость сбора конденсата;
- EO1 – емкость для хранения одоранта;
- GRS – газо- распределительная станция;
- BRG – блок редуцирования газа;

3) CCCC – уточнение, не более 4 символов:

- TEPL – теплоноситель;
- GAZ – газ;
- VOZ – воздух;
- VH – вход;
- VwH – выход;

Знак подчеркивания _ в данном представлении служит для отделения одной части идентификатора от другой и не несет в себе какого-либо другого смысла.

Кодировка всех сигналов в SCADA-системе представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Кодировка сигналов

| Кодировка | Расшифровка кодировки |
|--------------|--|
| DAV_OKR_GAZ | давление газа до охранного крана |
| DAV_GRS_VH | давление газа на входе ГРС |
| TEM_GRS_VH | температура газа на входе ГРС |
| DAV_GRS_VwH | давление газа на выходе ГРС |
| TEM_GRS_VwH | температура газа на выходе ГРС |
| TEM_TO1_GAZ | температура газа после теплообменника ТО-1 |
| PDA_FR1 | перепад давления на фильтре Ф-1 |
| DAV_TO1_TEPL | давление теплоносителя в ТО-1 |
| TEM_TO1_TEPL | температура теплоносителя в ТО-1 |
| TEM_BRG_VOZ | температура в помещении БРГ |
| URV_EK1 | уровень в емкости сбора конденсата Е-1 |
| DAV_EO1 | давление в емкости для хранения одоранта |
| URV_EO1 | уровень в емкости для хранения одоранта |

2.4 Выбор средств реализации ГРС

Задачей выбора программно-технических средств реализации проекта АС является анализ вариантов, выбор компонентов АС и анализ их совместимости.

2.4.1 Выбор контроллерного оборудования ГРС

При выборе программируемого логистического контроллера был изучен

рынок технологического оборудования ведущих брендов. Результаты приведены в таблице 3. Предпочтительнее оказывается 750-816 Wago I/O Sistem по стоимости и по согласованию с заказчиком.

Таблица 3 – Выбор контроллерного оборудования

| Наименование | Стоимость с НДС | Срок поставки | Кол-во каналов |
|-------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 750-816 Wago I/O Sistem | 29 454.17 | от 2-х недель | 99 |
| SIEMENS SIMATIC S7-300 | 34921.53 | 3-4 рабочих дня | 656 |
| Mitsubishi FX3U-48MR/ES | 76 782 | от 2-х недель | 256 |

В основе системы автоматизированного управления ГРС будем использовать два ПЛК 750-816 Wago I/O Sistem (рисунок 2) (первый контроллер – локальный, а второй – коммуникационный).

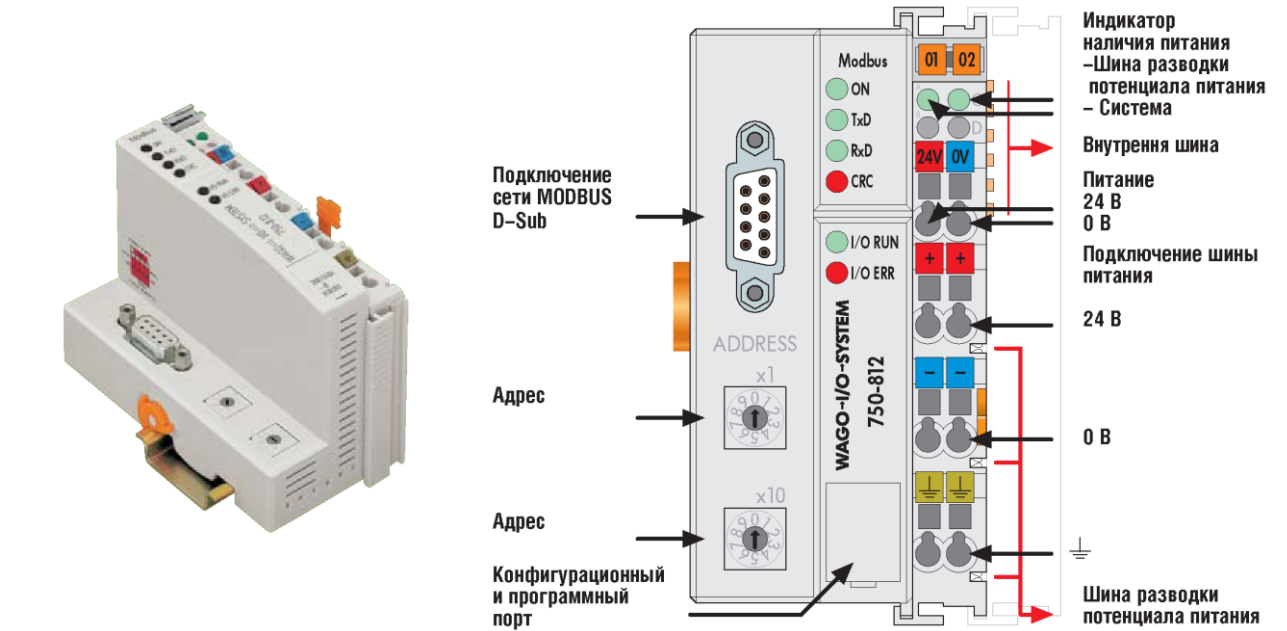


Рисунок 2 — Контроллер 750-816 Wago I/O Sistem

Программируемый логический контролер для сетей MODBUS является расширением системы Wago I/O Sistem. Программируемый контроллер для сетей MODBUS сочетает функциональность базового контроллера узла сети MODBUS с возможностями программируемого логического контроллера (PLC).

Программирование приложений для контроллера выполняется с помощью компилятора WAGO-I/O-PRO 32. Компилятор является полнофункциональным средством разработки, поддерживающим 5 языков

программирования в соответствии с IEC 61131-3, и позволяющим программисту иметь доступ к переменным промышленной сети и данным модулей.

Параметры промышленной сети приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Параметры промышленной сети

| Параметры промышленной сети | |
|----------------------------------|---|
| Макс. число узлов | 99 с повторителем |
| Макс. число точек В/В | 6000 (зависит от ведущего) |
| Среда передачи | экранир. медный кабель 2 (4) x 0.25 мм ² |
| Макс. длина сегмента сети | 1200 м (зависит от скорости передачи и кабеля) |
| Скорость передачи | 150 (1200) бит/с ... 19.2 (115.2) кбит/с |
| Подключение контроллера | 1 x D-SUB 9, розетка |
| Программирование | WAGO-I/O-PRO 32 |
| Поддерживаемые языки IEC 61131-3 | IL, LD, FBD, ST, FC |

Блок-схема УСО ПЛК представлена на рисунке 3.

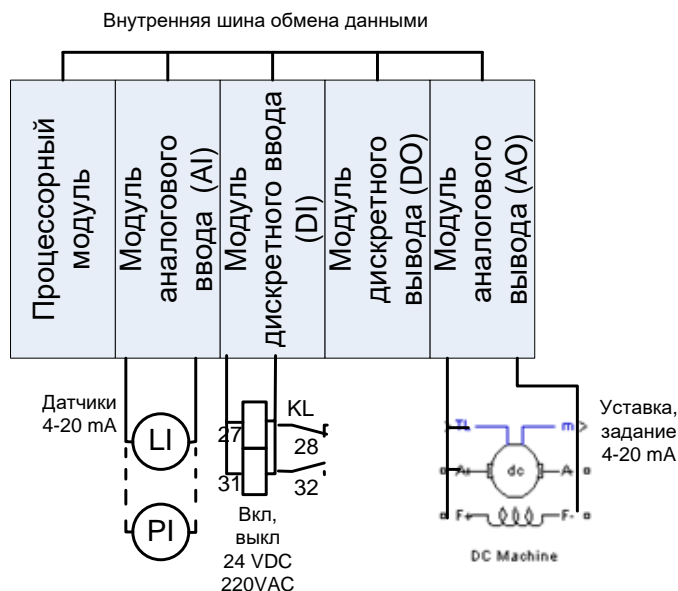


Рисунок 3 — Блок-схема УСО ПЛК

Основные характеристики:

- использование распределённого управления с помощью PLC или PC;
- предварительная обработка сигналов снижает сетевой трафик;

- общая задача управления может быть разбита на отдельные задачи с различными приоритетами;
- периферийное оборудование может управляться напрямую, для достижения минимального времени реакции;
- программирование реакции системы на аварии промышленной сети;
- простое и понятное программирование.

2.4.2 Выбор датчиков

2.4.2.1 Выбор датчика давления

В процессе подготовки газа на ГРС необходимо постоянно следить за тем, чтобы давление на выходе ГРС было не ниже и не выше заданного исходя из условий прочности трубопровода и герметичности оборудования, и не ниже заданного давления на входе в ГРС для питания пневматических приводов и работы регуляторов. Ниже мы проведем анализ рынка по данному типу датчиков и отразим их в таблице 5.

Таблица 5 – Выбор датчика давления

| Наименование | Стоимость с НДС | Срок поставки | Выходной сигнал |
|-----------------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Метран-150 TG3 | 64 143.6 | 11 недель | (4 – 20) мА |
| Rosemount 3051 | 91 059.4 | 60 дней | (4 – 20) мА |
| Endress+Hauser PMC 71 | 96 345.4 | 60 дней | (4 – 20) мА |

При выборе датчика давления руководствуемся программой импортозамещения.

Для измерения давления и будем использовать датчик давления Метран-150 TG3. Датчик Метран-150 TG3 предназначен для измерения давления жидкостей, газов, пара и передачи полученной информации для технологических целей и учетно-расчетных операций. Технические характеристики датчика Метран-150 TG3 приведены в таблице 6.

В рамках данной работы выбранный датчик давления будем подключать к контроллеру через аналоговый вход, т.е. на контроллер будет подаваться унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА.

Таблица 6 – Технические характеристики Метран-150

| Техническая характеристика | Значение |
|--|---|
| Измеряемые среды | жидкость, газ, пар |
| Температура измеряемой среды | (минус 40 – 149) °С |
| Избыточное давление в трубопроводе, не более | 10 МПа |
| Предел допускаемой основной погрешности измерений давления, не более | ±0,2 % |
| Температура окружающего воздуха | (минус 40 – 80) °С – с ЖК-индикатором |
| Выходной сигнал | (4 – 20) мА/HART |
| Расстояние передачи токового сигнала | до 1,5 км |
| Физические интерфейсы связи с компьютерной средой | Hart |
| Протоколы связи с компьютерной средой | HART |
| Взрывозащищенное исполнение | есть |
| Напряжение питания от внешнего источника постоянного тока | (12 – 42) В (при передаче сигнала по (4 – 20) мА) или с $R_n > 250$ Ом (при передаче сигнала по HART-протоколу) |
| Средний срок службы | 12 лет |
| Средняя наработка на отказ | 150 000 часов |
| Межповерочный интервал | 4 год |
| Внесен в Госреестр средств измерений под №32854-09, сертификат №34868, ТУ 4212-022-51453097-2006 | |

Элементы измерительного элемента показаны на рисунке 4.

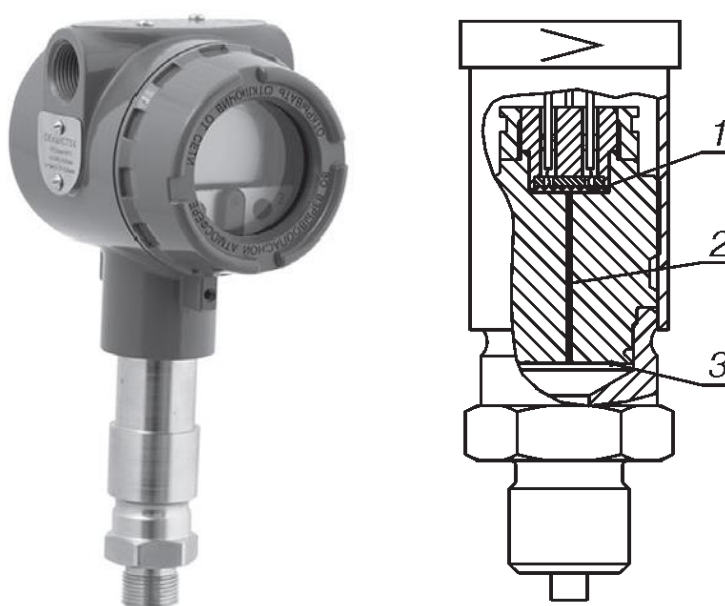


Рисунок 4 — Штуцерное исполнение датчика давления

Из вышесказанных характеристик следует, что выбранный датчик удовлетворяет требованиям технического задания.

Информация о стоимости датчика избыточного давления Метран-150 TG3 предоставляется только в случае его заказа.

Данный датчик избыточного давления широко применяется в химической, нефтехимической, нефтяной, газовой, пищевой, фармацевтической и других отраслях промышленности.

2.4.2.2 Выбор уровнемера

В процессе заполнения и опорожнения резервуаров с одорантом (ЕО) и конденсатом (Е-1) необходимо осуществлять контроль за уровнем одоранта и конденсата в них. Высота резервуаров равна 720 миллиметров. Приведем сравнительные характеристики нескольких уровнемеров в таблице 7.

Таблица 7 – Выбор датчика уровнемера

| Наименование | Стоимость с НДС | Срок поставки | Выходной сигнал |
|---------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|
| СЕНС ПМП-062 | 87 709 | От 4-х недель | (4 – 20) мА |
| Emerson 3051S2 CD 2A 2 A11 | 421 766 | 11 недель | (4 – 20) мА |
| Endress-Hauser Micropilot FMR57 | 318 025 | 60 дней | (4 – 20) мА |

В качестве уровнемера будем использовать поплавковый уровнемер ПМП-062 (рисунок 4). Поплавковый уровнемер ПМП-201 – это прибор, предназначенный для измерения уровня различных продуктов в резервуарах и емкостях любого типа и размеров. Уровнемер предназначен для измерения параметров жидких сред в системах автоматизации производственных объектов нефтяной, газовой, химической, пищевой и других отраслей промышленности и преобразования в унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА. Технические характеристики уровнемера ПМП-062 приведены в таблице 8.

Место монтажа уровнемера должно удовлетворять требованиям свободного распространения микроволнового излучения и обеспечивать доступ к уровнемеру в случае проведения обслуживания.

Уровнемер может иметь дополнительные выходы («сухие» контакты) для контроля достижения нижнего и верхнего пределов измерения.

В корпусе ПМП-062 находится электронная плата преобразования уровня в токовый сигнал, на которой расположены винтовые клеммные зажимы для присоединения кабеля и подстроечные резисторы "4 мА" и "20 мА".

Таблица 8 – Технические характеристики ПМП-062

| | |
|---|--|
| Тип уровнемера | ПМП-062 |
| Длина направляющей, мм | (150 – 6000) |
| Нижний /верхний неизмеряемый уровень, мм | > 50 (зависит от типа поплавка) |
| Шаг измерения уровня жидкости, мм | 5 |
| Схема подключения | двухпроводная |
| Напряжение питания (Un), В | (15 – 42) |
| Выходной сигнал | (4 – 20) мА |
| Защита от обратной полярности напряжения: | есть |
| Ограничение выходного тока | 40 мА |
| Максимальная нагрузка, Ом | $R_{н\text{тах}} < [I_{п}(В) - 15] / 0,02$. |
| Основная погрешность (нелинейность), %: | 0,2 (при амплитуде пульсаций $I_{п}$ не более 0,5 В) |
| Температурная погрешность, %/10°С | 0,2 |
| Параметры выхода “сухих” контактов: | Коммутируемое напряжение, В: 0,05..42; коммутируемый ток, А, не более: 0,5; коммутируемая мощность, Вт, не более: 9 (применение реле в качестве нагрузки не допускается). |
| Давление измеряемой среды, не более | 10 МПа (определяется типом поплавка и крепежного элемента) |
| Диапазон температур контролируемой среды | (минус 40 – 80) °С (по заказу до 130 °С) |
| Диапазон температур окружающей среды | (минус 50 – 60) °С |
| Маркировка взрывозащиты | 1ExdПВТЗ |
| Степень защиты по ГОСТ 14254 | IP66 |
| Климатическое исполнение по ГОСТ 15150 | УХЛ1* |
| Масса, ориентировочно, кг | направляющая - 1 кг (1 м), фланец Ду50 - 3,5 кг, корпус - 1,5 кг |
| Средний срок службы, лет | 15 лет |
| Патент на изобретение № 2351903, заявка № 2007146952/28 от 17.12.2007 | |

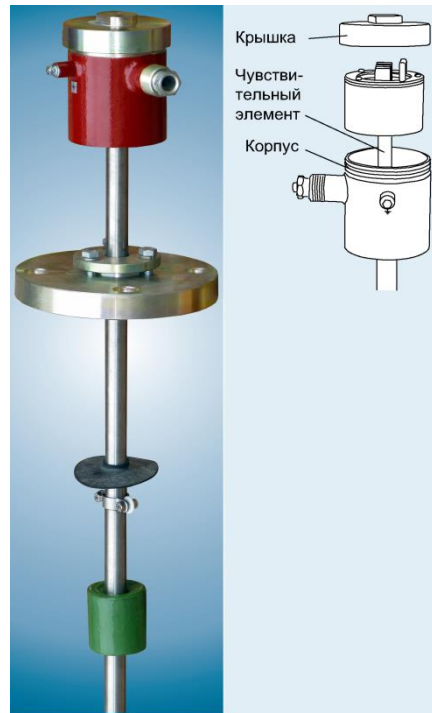


Рисунок 4 — Конструкция уровнемера ПМП-062

Способ монтажа уровнемера показан на рисунке 5.

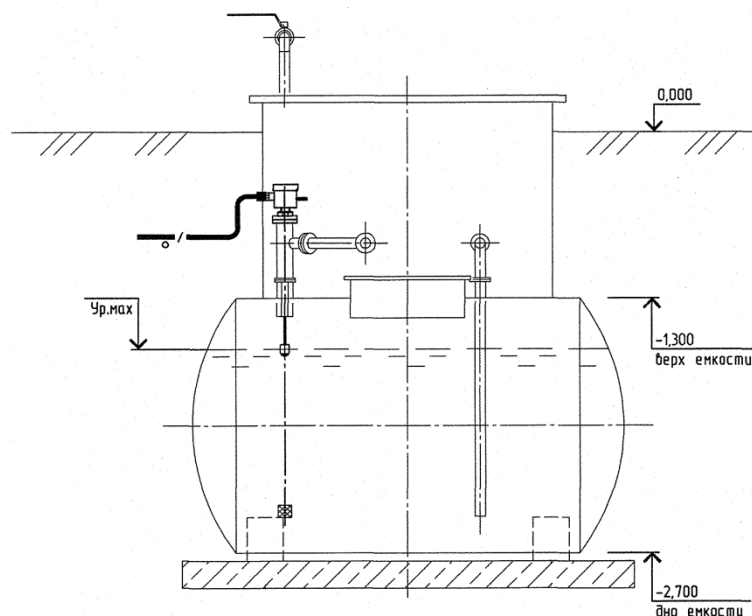


Рисунок 5 — Способ монтажа уровнемера ПМП-062

Принцип работы, измерение уровня жидкости осуществляется при помощи поплавка со встроенным магнитом, который магнитным полем воздействует на чувствительные элементы - герконы. Непрерывность измерения с шагом 5 мм достигается установкой герконов в ряд с

определенным интервалом и соединением их через резисторы ($R1 - Rn-1$) по схеме резистивного делителя напряжения (рисунок 6). Линейность измерения обеспечивается одинаковыми номиналами высокоточных резисторов, имеющих одинаковый температурный коэффициент сопротивления.

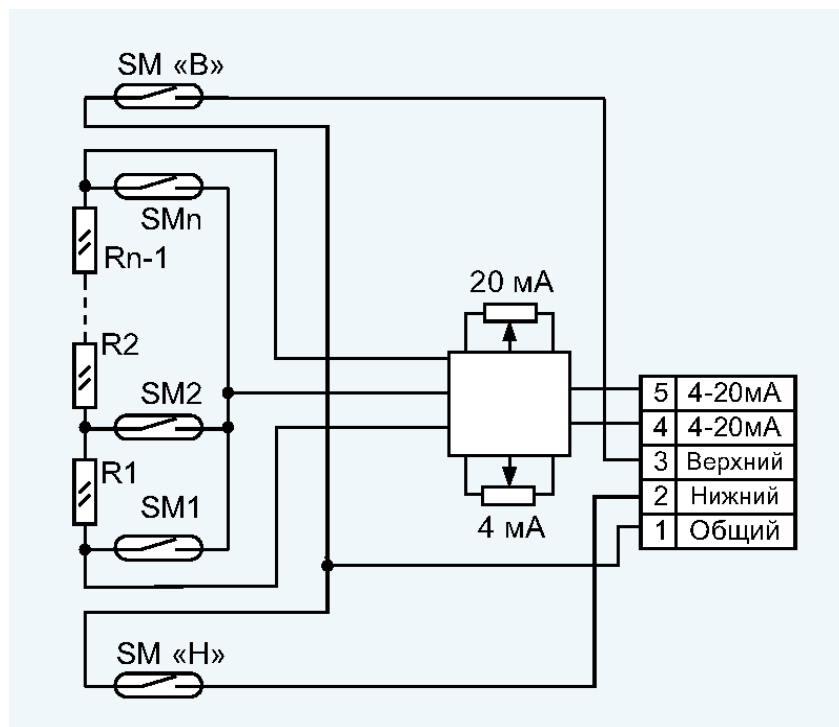


Рисунок 6 — Схема электрическая ПМП-062

2.4.2.3 Выбор датчика температуры

Приведем сравнительные характеристики датчиков для измерения температуры и предоставим сведения в таблице 9.

Таблица 9 – Выбор датчика температуры

| Наименование | Стоимость с НДС | Срок поставки | Выходной сигнал |
|-------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Метран-281-23 | 24 250 | 11 недель | (4 – 20) мА |
| Rosemount 248 | 62 153 | 2-3 недели | (4 – 20) мА |
| Endress Hauser Omnicrad STR61 | 69 454 | 60 дней | (4 – 20) мА |

Интеллектуальный преобразователь температуры (ИПТ) Метран-281-23 предназначен для точных измерений температуры в составе автоматических систем управления технологическими процессами (АСУ ТП).

Использование ИПТ допускается в нейтральных, а также агрессивных средах, по отношению к которым материал защитной арматуры является коррозионностойким.



Рисунок 7 — Метран-281-23

Связь ИПТ Метран-281-23 с АСУ ТП осуществляется по цифровому каналу - в соответствии с HART-протоколом в стандарте Bell-202. Для передачи сигнала на расстояние используются 2-х-проводные токовые линии.

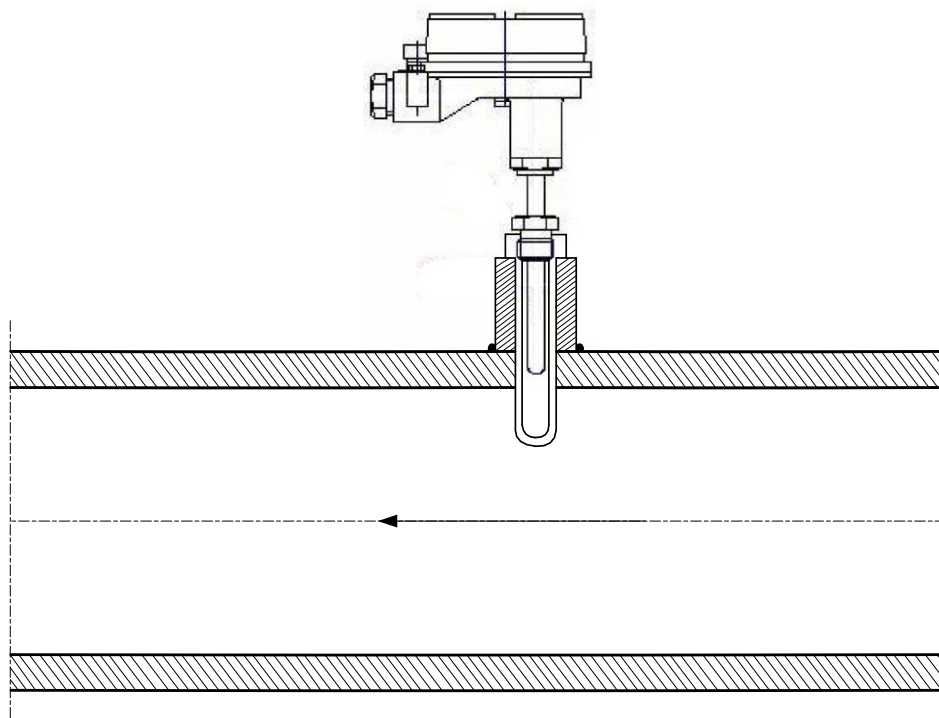


Рисунок 7 — Схема монтажа ИПТ Метран-281-23

Таблица 10 – Технические характеристики Метран-281-23

| Техническая характеристика | Значение |
|--|---------------------|
| Измеряемые среды | жидкость, газ, пар |
| Диапазон измеряемой температуры | (минус 50 – 300) °С |
| Предел допускаемой основной погрешности измерений давления, не более | ±0,2% |
| Выходной сигнал | (4 – 20) мА/HART |
| Расстояние передачи токового сигнала | до 1,5 км |
| Физические интерфейсы связи с компьютерной средой | Hart |
| Протоколы связи с компьютерной средой | HART |
| Взрывозащищенное исполнение | есть |
| Средний срок службы | 12 лет |
| Средняя наработка на отказ | 150 000 часов |
| Межповерочный интервал | 2 год |
| Внесен в Госреестр средств измерений под №23410-08, сертификат №32615, ТУ 4211-007-12580824-2002 | |

2.4.2.4 Выбор датчика перепада давления

Приведем сравнительные характеристики датчиков для измерения перепада давления и предоставим сведения в таблице 11.

Таблица 11 – Выбор датчика перепада давления

| Наименование | Стоимость с НДС | Срок поставки | Выходной сигнал |
|------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Метран-150 CD4 | 72 016 | 11 недель | (4 – 20) мА |
| YOKOGAWA EJX110A | 136 590 | 60 дней | (4 – 20) мА |
| Rosemount 3051CD 0 A 2 2 A 1 | 91 455 | 60 дней | (4 – 20) мА |



Рисунок 8 — Метран-150 CD4

Датчик давления серии Метран 150 предназначен для непрерывного преобразования в унифицированный токовый выходной сигнал и/или цифровой сигнал в стандарт протокола HART входных измеряемых величин разности давлений. В таблице 12 перечислены основные характеристики для заказа.

Таблица 12 – Технические характеристики Метран-150 CD4

| Техническая характеристика | Значение |
|---|--|
| Измеряемые среды | жидкость, газ, пар |
| Диапазон измеряемого давления | 0,025 кПа (минимальный) |
| Выходной сигнал | (4 – 20) мА с HART протоколом |
| Основная приведенная погрешность | до $\pm 0,075\%$; опция до $\pm 0,2\%$ |
| Диапазон температур окружающей среды | от (минус 40 – 85) °С; от (минус 55 – 85) °С (опция) |
| Перенастройка диапазонов измерений | до 100:1 |
| Расстояние передачи токового сигнала | до 1,5 км |
| Взрывозащищенное исполнение | есть |
| Гарантийный срок эксплуатации | 3 года |
| Межповерочный интервал | 5 год |
| Внесен в Госреестр средств измерений под №32854 13, ТУ 4212 022 51453097 2006 | |

2.4.3 Выбор исполнительных механизмов

Многофункциональная система управления потоком газа ДКД-111-500/700 предназначена для управления в автоматическом и ручном режимах потоком газа –поддержание необходимого давления на выходе ГРС.

Система выполнена на базе многопоточного дискретного клапана-дросселя (ДКД) и микроконтроллера, реализующего импульсное электропневмоуправление.

Тип клапана-дросселя – многопоточный с дискретным (ступенчатым) изменением площади проходного сечения, нормально закрытый при транспортировке и монтаже с импульсным электропневмоуправлением каждым запорным клапаном. Привод клапана совмещен с запорным поршнем.

Состав многофункциональной системы

- ДКД - клапан-дроссель с двухпозиционными запорными клапанами;

- БДУ - блок дистанционного управления – регулятор с органами ручного управления сечением ДКД и средствами отображения информации о функционировании;
- БПУ - блок пневмоуправления, включающий: клеммную коробку, двухпозиционные трехпроходные электропневматические триггеры с ручками механического управления и концевыми сигнализаторами состояния ОТКРЫТО / ЗАКРЫТО, фильтр, технологические краны подвода импульсного газа и его утилизации в свечу;
- кабель связи БПУ и БДУ;
- преобразователи давления на входе и выходе ДКД, термопреобразователь сопротивления на входе ДКД датчики для работы в режиме регулятора давления / расхода газа.



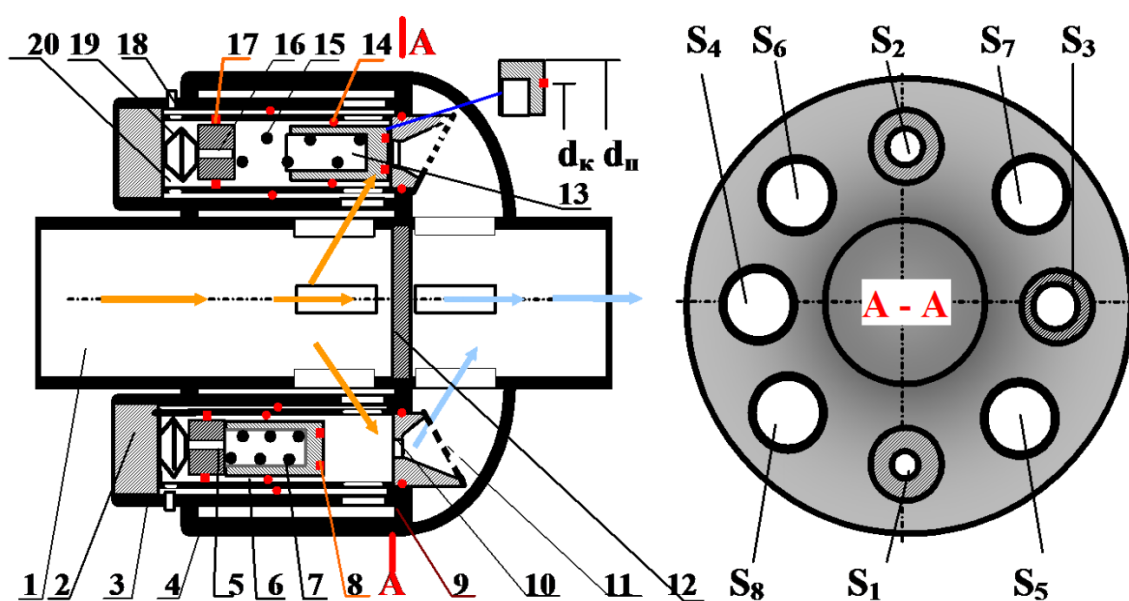
Рисунок 9 — Состав и схема коммуникаций многофункциональной системы управления потоком газа на основе дискретного клапана-дросселя

Режим работы многофункциональной системы при наличии электропитания автоматический и ручной дистанционный, а при отказах и без электропитания - ручной механический, при этом ДКД может продолжать функционировать с величиной площади проходного сечения на момент возникновения экстремальной ситуации.

Описание конструкции и принципа действия ДКД

Конструкция ДКД состоит из двух частей: клапана-дросселя ДКД и блока электропневмоуправления. Клапан-дроссель ДКД представляет собой устройство многопоточной схемы с запорными органами поршневого типа.

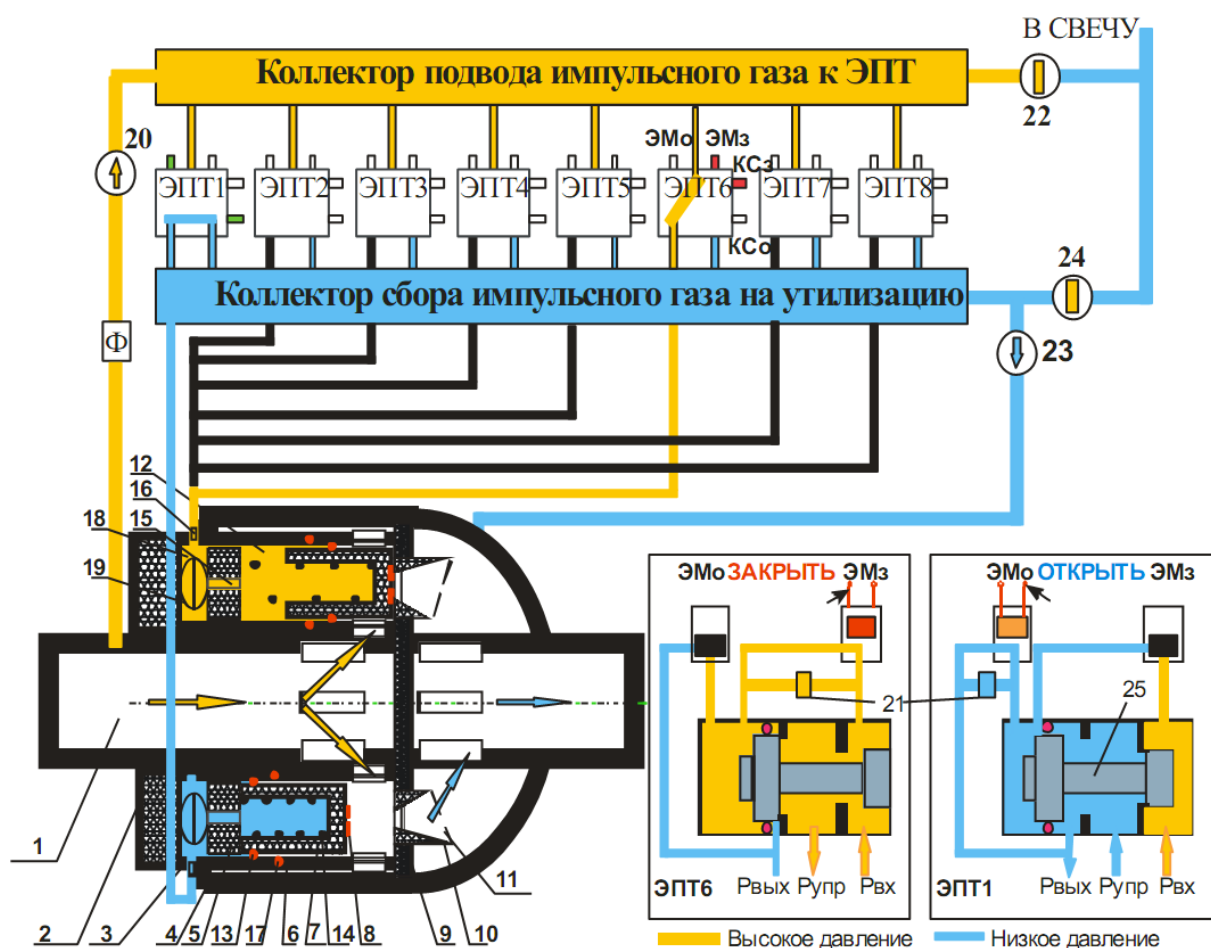
Он не содержит электрических контактов и цепей и не требует взрывозащищенного исполнения. С клапаном-дросселем пневмомагистралями связан блок электропневмоуправления, изготовленный в виде стального шкафа, в котором расположены клеммная коробка и до 8-ми электропневмотриггеров (ЭПТ) в виде моноблока, смонтированного на стойке. ЭПТ выполнены в стальном прямоугольном корпусе, на верхней поверхности которого установлены электромагниты. На боковой поверхности крышки ЭГ-1А расположено вводное устройство для проводов электропитания. К нижней поверхности ЭПТ двумя винтами крепится алюминиевый кожух, в котором размещены датчики обратной связи. Электропитание датчиков обратной связи производится по проводам, помещенным в электроизоляционную трубку. Для подвода и отвода рабочей среды пневмосистемы к ДКД служит штуцер, находящийся на корпусе ЭПТ.



1 - трубопровод, 2 - упор (заглушка), 3 - стяжка, 4 - корпус, 5 - противоударная масса, 6 - гильза, 7 - поршень, 8 - торцевое уплотнение, 9,12 - перегородки, 10 - расходная шайба, 11 - шумогаситель, 13 - демпфирующая полость, 14 - уплотнение управляющей полости, 15 - пружина, 16 - жиклер, 17 - уплотнение демпфирующей полости, 18 - штуцер, 19 - управляющая полость, 20 - пружины

Бельвиля.

Рисунок 10 — Схема проточной части ДКД



1 - трубопровод, 2 - упор (заглушка), 3 - стяжка, 4 - корпус, 5 - противоударная масса, 6 - гильза, 7 - поршень, 8 - торцевое уплотнение, 9 - перегородка, 10 - расходная шайба, 11 - шумогаситель, 12 - демпфирующая полость, 13,17 - уплотнения, 14 - пружина, 15 - жиклер, 16 - штуцер, 18 - управляющая полость, 19 - пружины Бельвиля, 20 - кран подвода импульсного газа КПП, 21 - рукоятки ручного управления, 22, 23 - кран утилизации газа КУГ, 24 - кран связи со свечой, 25 - золотник, Φ - фильтр, ЭПТ - электропневмотриггер, ЭМ - электромагнит, КС - концевые сигнализаторы.

Рисунок 11 — Схема коммуникаций ДКД с блоком пневмоуправления

Блок дистанционного управления

Блок дистанционного управления ДКД-111 мк5 предназначен для дистанционного ручного и автоматического управления режимом работы и производительностью многофункциональной системы управления потоком газа на базе дискретного клапана-дресселя (ДКД).

Структурная схема и основные законы управления

Система управления построена по блочно-модульному принципу и имеет в своем составе: модуль аналоговых преобразователей, посредством которых выполняется предварительная обработка сигналов датчиков и сигнализаторов положения; вычислительный модуль на базе микроконтроллера; модуль формирования сигналов силового управления; модуль блока вторичного электропитания.

Вычислительный модуль обеспечивает аналого-цифровое преобразование сигналов датчиков, формирование управляющих сигналов по заданному закону регулирования, оперативную диагностику измерительных и управляющих цепей, отображение оперативной информации на встроенном дисплее блока управления, коммуникационные функции системы внешнего управления.

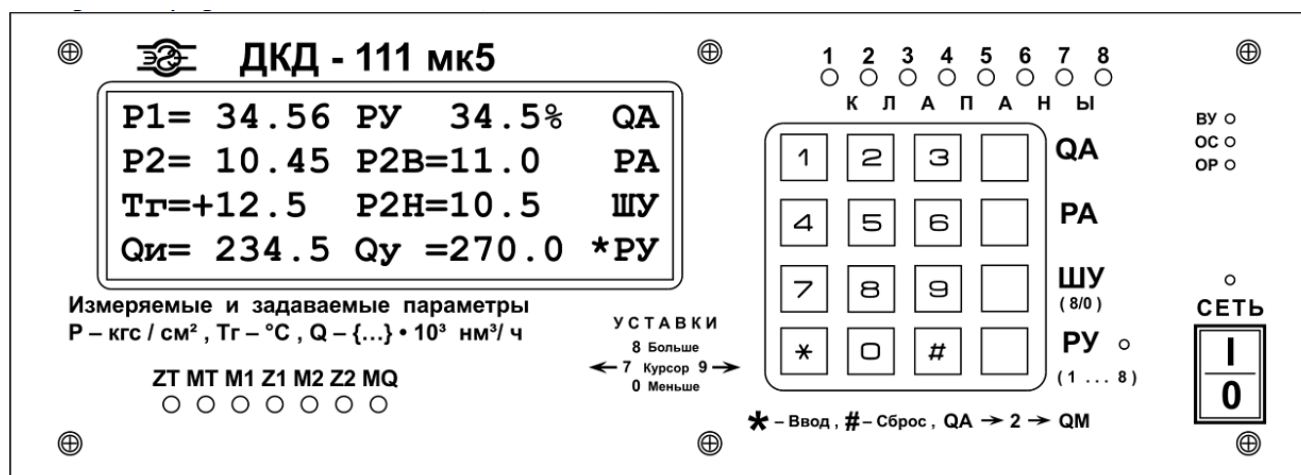


Рисунок 12 — Вид передней панели блока дистанционного управления

На передней панели блока управления (рисунок 16) расположены:

- Дисплей, на который выводится блок измеряемых параметров, уставки основных выходных параметров, информация о выбранном режиме работы, сообщения оперативной системы диагностики;
- Клавиатура, посредством которой осуществляется выбор необходимого режима работы, задание параметров процесса регулирования и прямое управление расходом газа через ДКД в ручных режимах работы. Клавиатура имеет 10 цифровых клавиш («0» – «9») и 6 функциональных

клавиш: клавиша «*», посредством которой формируется сигнал подтверждения окончания процедуры задания уставок (ввод); клавиша «#», посредством которой формируется сигнал вызова процедуры задания уставок или отмена (сброс) установленных значений; клавиши выбора режимов работы, которые расположены в правом вертикальном ряду. Функциональное назначение этих клавиш следующее: «QA» - вызов процедуры регулирования заданного расхода через ДКД; «РА» - вызов процедуры регулирования заданного давления на выходе ДКД; «ШУ» - вызов процедуры «шаговой» (последовательной, по шагам) коррекции проходного сечения ДКД посредством клавиш «8» (больше) и «0» (меньше) непосредственно оператором; «РУ» - вызов процедуры управления непосредственно оператором открытием или закрытием отдельных клапанов ДКД посредством цифровых клавиш «1» ... «8».

- двухцветные (красное - закрыто, зеленое - открыто) светодиодные индикаторы положения электропневматических триггеров силового блока управления;
- светодиодные индикаторы системы оперативной диагностики (ВУ – внешнее управление, зеленый светодиод; ОС – отказ сигнализации положения триггеров, желтый светодиод; ОР – отказ регулятора, красный светодиод; сигнализатор включения ручного аппаратного режима работы, красный светодиод; сигнализатор включения сетевого питания, зеленый светодиод).

2.4.4 Выбор запорной арматуры

На трубопроводах в системе газоснабжения применяют различного рода арматуру, которую подразделяют на запорную, регулировочную и предохранительную.

Запорная арматура служит для герметического отключения одной части трубопровода от другой. К ней относятся задвижки, краны, вентили.



Рисунок 13 — Узел управления ЭПУУ-4

Назначение изделия

1. Узел предназначен для дистанционного и местного (ручного) управления операциями по открытию и закрытию шаровых кранов DN до 1400 мм с пневматическим и пневмогидравлическим приводом (далее в тексте – привод). Управляющее давление рабочей среды (далее в тексте – питание) от (1,0 – 10,0) МПа (10 – 100) кгс/см².

2. Узел предназначен для эксплуатации в условиях, нормированных для исполнения УХЛ, категории 1 согласно ГОСТ 15150-69, но для работы при температурах от (минус 60 – 55) °С и относительной влажности до 98 % при температуре 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги. Место размещения на открытом воздухе. Питание узла осуществляется сжатым воздухом с техническими характеристиками, соответствующими классу 5 ГОСТ 17433-80 или природным газом по ОСТ 51.40-93, очищенным и имеющим температуру точки росы ниже минимальной температуры окружающей среды не менее чем на 10 °С.

3. Узел имеет уровень взрывозащиты «взрывобезопасное электрооборудование», вид взрывозащиты ”взрывонепроницаемая оболочка”, маркировку взрывозащиты 1ExdIIAT3 и может устанавливаться во

взрывоопасных зонах согласно главе 7.3 "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ), и другим директивным документам, регламентирующим установку электрооборудования во взрывоопасных зонах, где возможно образование взрывоопасных смесей категории ПА, ГОСТ 51330.0-99 групп Т1, Т2, Т3, ГОСТ Р 51330.5 – 99.

Технические характеристики узла приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики ЭПУУ-4

| Наименование показателя | Значение |
|---|------------------------|
| Давление питания, МПа (кгс/см ²), в пределах | (1,0 – 10), (10 – 100) |
| Мощность, потребляемая одним электромагнитом при номинальном напряжении и температуре окружающей среды (20±5) °С, Вт, не более | 20 |
| Режим работы электромагнитов | длительный, ПВ 100% |
| Ток отпускания электромагнитов узла, мА, не менее | 8 |
| Минимальное допустимое сопротивление изоляции цепей при температуре окружающего воздуха (20±5) °С и относительной влажности от 30 до 80%, МОм | 20 |
| при температуре окружающего воздуха 55 °С, МОм | 10 |
| при температуре окружающего воздуха 35°С и относительной влажности 98 %, МОм | 1 |
| Диаметр условного прохода клапана, мм | 9 |
| Допустимая величина утечки воздуха (газа) в сработанном положении клапана, см ³ /с, не более | 50 |
| Средний ресурс циклов, не менее | 1·10 ⁴ |
| Средний срок службы до списания, год, не менее | 15 |
| Масса узла, кг, не более | 11,2 |

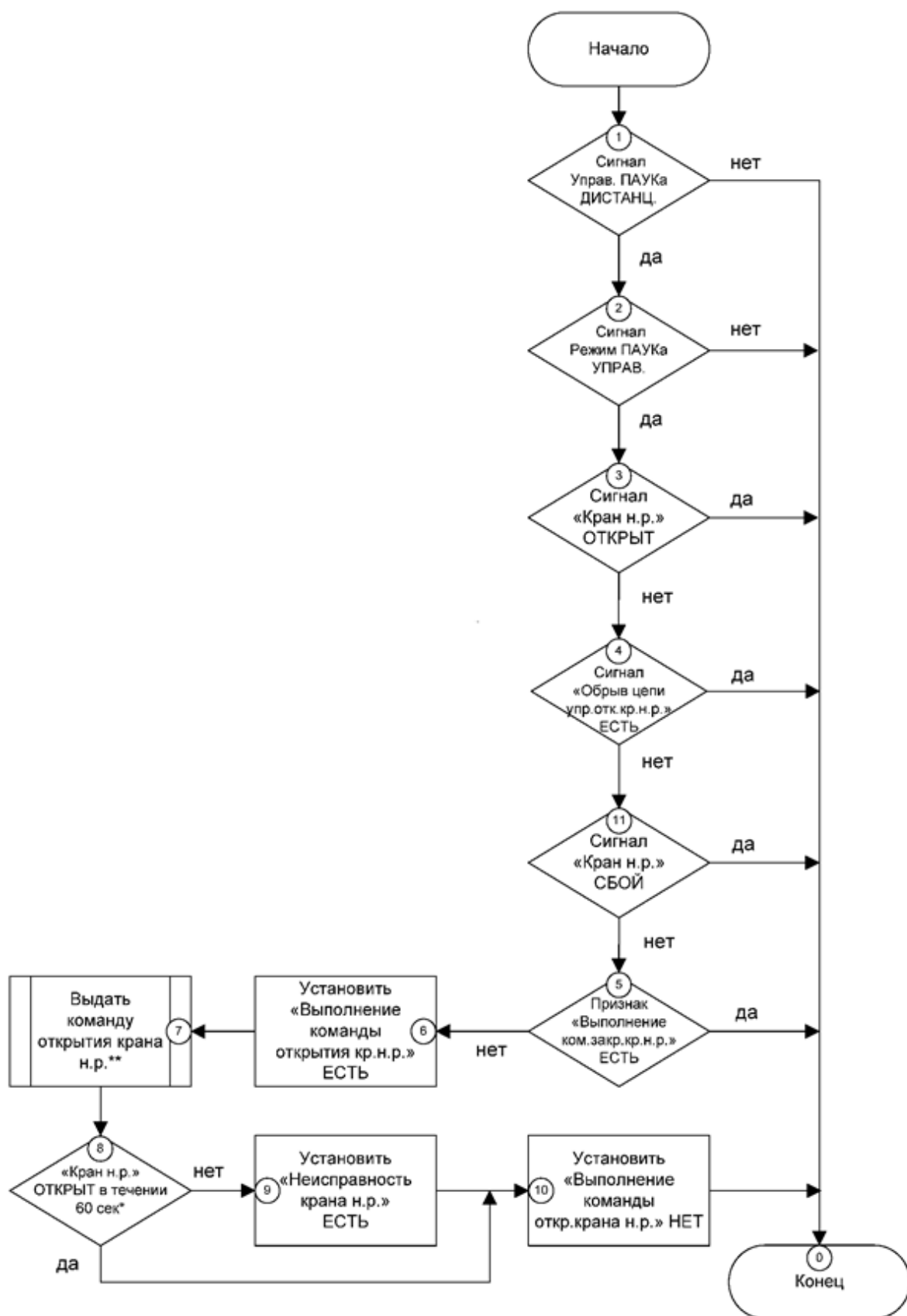


Рисунок 14 — Алгоритм закрытия крана

2.5 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешней проводки приведена в приложении Ж. Первичные и внештатные приборы включают в себя датчик давления Метран-150 TG3, расположенный на входе и выходе ГРС, термометры Метран-281-23, расположенные на входе, выходе ГРС и БРГ, сигнализаторы давления электроконтактный манометр DM2005Ex., расположенные на резервуаре на входе и выходе ГРС. Термометр преобразовывает величину в унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА. В датчиках давления сигнал с диафрагмы преобразуется в унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА. Сигнализатор работает в режиме «сухой» контакт. На входе ГРС с сигнализатора берется одна пара «сухого» контакта на максимальное значение. На выходе ГРС с сигнализатора берется пара «сухого» контакта на минимальное значение.

Для передачи сигналов от датчика давления и термометров на шкаф САУ используются по три провода, а для сигнализаторов – два провода. В качестве кабеля выбран КВВГЭнг. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГЭнг выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены. Кабель прокладывается в трубе диаметром 20 миллиметров.

2.6 Выбор алгоритмов управления АС ГРС

В системах автоматизированного управления на всех уровнях управления применяются многообразные алгоритмы:

- алгоритм запуска/останова технологического оборудования (выполняется на ПЛК и SCADA-форме);
- релейные или ПИД-алгоритмы автоматического регулирования технологическими параметрами технологического оборудования (управление положением рабочего органа, регулирование расхода, уровня и т. п.) (реализуются на ПЛК);

- алгоритмы управления сбором измерительных сигналов (алгоритмы в виде универсальных логически завершенных программных блоков, помещаемых в ППЗУ контроллеров) (реализуются на ПЛК);
- алгоритмы автоматической защиты (ПАЗ) (реализуются на ПЛК);
- алгоритм централизованного управления АС (реализуются на ПЛК и SCADA-форме) и др.

В выпускной квалификационной работе сформулированы ниженазванные алгоритмы АС:

- алгоритм пуска/останова технологического оборудования,
- алгоритм сбора данных измерений с нижнего уровня.

Для разработки алгоритма пуска/останова и сбора данных применим правила, утвержденные в ГОСТе 19.701-90.

2.6.1 Алгоритм пуска пуска/останова технологического оборудования

В качестве технологического оборудования выберем нитки редуцирования на ГРС. Для выбранного технологического оборудования разработаем алгоритм пуска/останова. Мною был разработан алгоритм перевода с основной нитки редуцирования на нитку редуцирования малых расходов. Алгоритм пуска/останова ниток представлен на рисунке 19 рисунке 20.

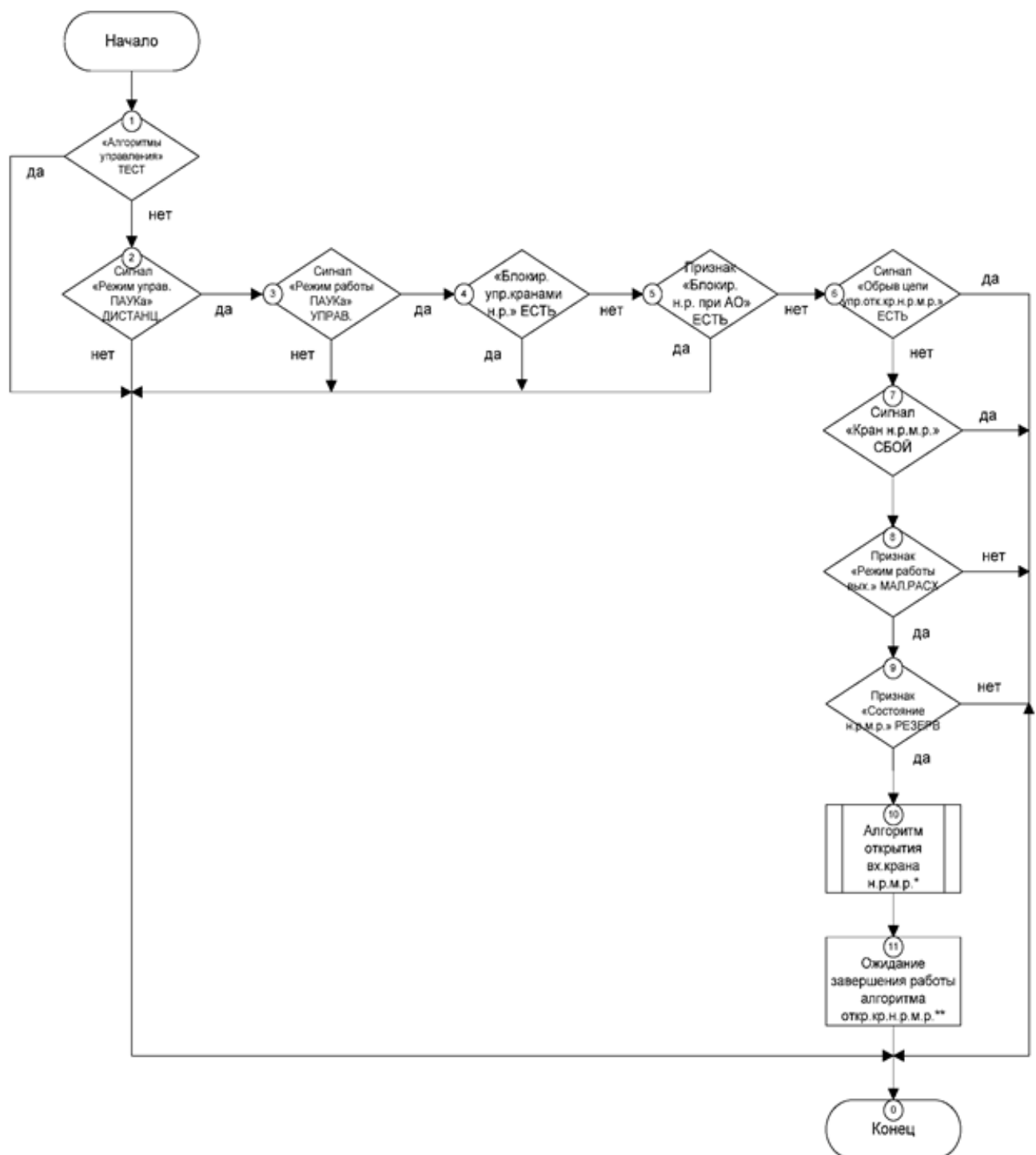


Рисунок 15 — Включение нитки редуцирования малых расходов

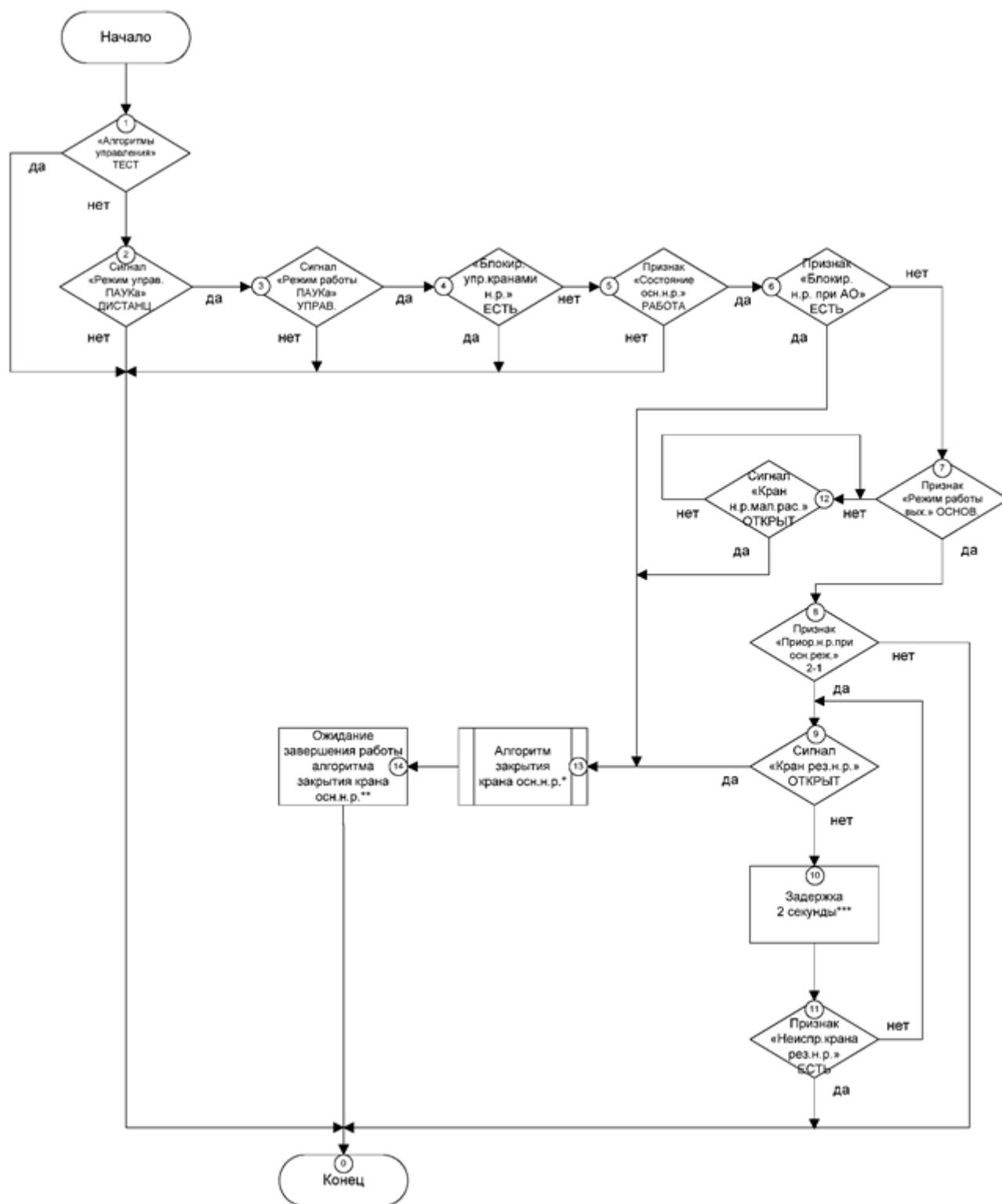


Рисунок 16 — Выключение основной нитки редуцирования

2.7 Экранные формы АС ГРС

Управление в АС ГРС реализовано с использованием SCADA-системы Impuls-44 компании ООО «НПО САРОВ-ВОЛГОГАЗ». Эта SCADA-система ориентирована для применения на действующем технологическом объекте в режиме реального времени и требует применения ЭВМ в промышленном исполнении, соответствующих грубым требованиям в направлении надежности, безопасности и ценовой политики. SCADA-система Impuls-44 реализует варианты работы с оборудованием разных заводов-производителей с применением OPC-технологии. Иными словами, применяемая SCADA-система даёт возможность выбора оборудования нижнего уровня, т. к. имеет в своей базе множество драйверов или серверов ввода/вывода. Такая функция разрешает подключить внешние автономно работающие элементы которые были разработаны и прорисованы отдельно в программе сторонними производителями.

2.7.1 Разработка система экранных форм

Система экранных форм представлена в приложении Д.

- Пользователь (старший диспетчер, оператор, начальники служб, инженер программист сторонней организации (на время проведения ПНР)) имеют функции реализовать навигацию видеокадров с применением иконок прямого входа-вызова. В начале работы всплывает окно на экране для авторизации пользователя как оператора или администратора, в нём необходимо ввести логин и пароль. После подтверждения программой вводимого логина и пароля отображается мнемосхема основных блоков ГРС: узел предотвращения гидрат образования, узел очистки газа, узел редуцирования, узел одоризации газа.

Помимо этого, с мнемосхемы главных узлов оператор обладает прямым доступом к перечню нормативных характеристик ГРС. Развёртывание мнемосхем узлов ГРС реализуется нажатием на прямоугольное поле

мнемосхемы главных узлов в сопоставлении с функциями объекта, за которым мы хотим осуществить визуальный контроль. Отдельные мнемосхемы некоторых узлов могут включать в себя дополнительные мнемосхемы, предназначенные для ведения наиболее тщательного контроля состояния объектов ГРС и влияния на ход процессов в этих объектах. Раскрытие вспомогательных мнемосхем реализуется нажатием на прямоугольное поле с сопоставимым именем функционала или на иконе устройства мнемосхемы объекта ГРС.

2.7.2 Разработка экранных форм АС ГРС

Интерфейс оператора содержит рабочее окно, состоящее из следующих областей [5]:

- основное меню;
- строка состояния;
- область видеокadra;
- панель индикаторов тревожных сигналов.

Рабочее окно интерфейса АРМ оператора показано на рисунке 17.

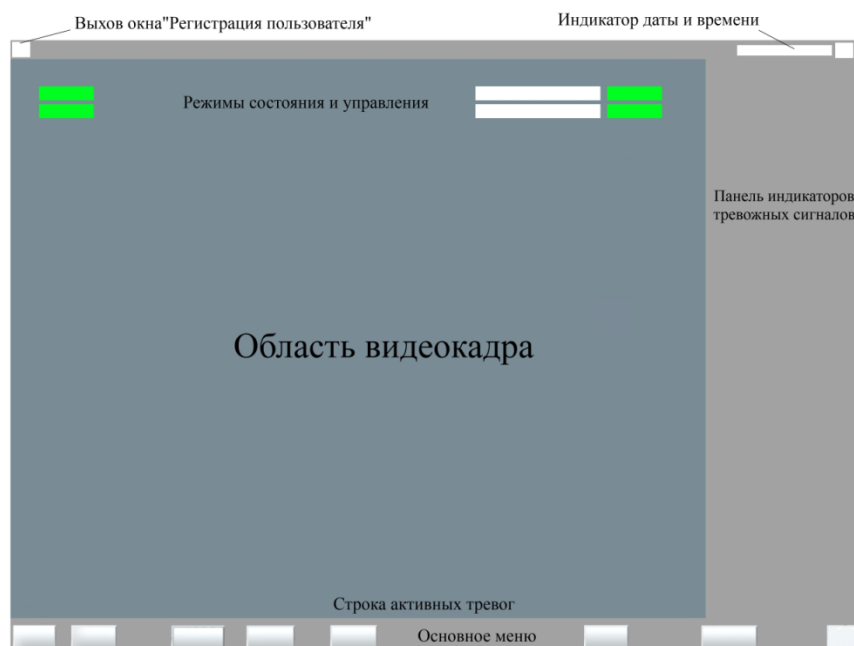


Рисунок 17 — Главное окно интерфейса оператора

2.7.2.1 Основное меню

Вид основного меню представлен на рисунке 18.



Рисунок 18 — Главное меню АРМ оператора

В основном меню находятся кнопки-индикаторы, реализующие основные задачи функции:

- кнопка «Тревоги» – окно «Сводка активных тревог» вызывается из главного окна нажатием экранной кнопки «Тревоги»;

- кнопка «События» – окно «Сводка событий» вызывается из главного окна нажатием экранной кнопки «События»;

- кнопка «Тренд» – окно «Тренды» используется для представления значений контролируемых технологических параметров в виде графиков (трендов). Оно вызывается из Главного окна нажатием экранной кнопки «Тренды»;

- кнопка «Таблица» – окно «Технологическая сводка» вызывается из Главного окна нажатием экранной кнопки «Таблица». Окно «Технологическая сводка» предназначено для отображения текущих значений контролируемых технологических параметров в табличном виде;

- кнопка «Диагностика» – окно диагностики состояния оборудования вызывается из Главного окна нажатием экранной кнопки «Диагностика». В окне отображается состояние исправности основного технического оборудования ГРС и компонентов КУРС-НГ;

- кнопка «КРД» – вызов мнемосхемы «Камера регулирования давления»;

Кнопки-индикаторы предназначенные для реализации задач и отображения состояния имеют цветной шифр-кодировку. Цветовая шифр-кодировка кнопок-индикаторов перечислены в таблице 14.

Таблица 14 – Цветовая кодировка

| Индикатор | Цвет | Значение |
|---|-----------|-------------------------------------|
| МА1, МА2, МА3, МА4, ПА1, ПА2, МС, ВС, ВД и УТ | зеленый | агрегат включен |
| | желтый | агрегат отключен |
| | оранжевый | агрегат находится в режиме «Резерв» |

2.7.2.2 Область видеокадра

Видеокадр предназначен для визуального контроля и состояния оборудования и различными агрегатами ГРС, а также управление состоянием этого оборудования. Информация в видеокадрах может дублироваться в зависимости от назначения Видеокадры. Работать с таким объемом информации достаточно сложно во время разработки и эксплуатации. В состав видеокадров входят:

- мнемосхемы, показывает отображает самую важную технологическую информацию;
- всплывающие окна управления и установки режимов объектов и параметров;
- информация в табличной форме, в которых отображается различная технологическая информация, не входящей в состав мнемосхем, и дополнительно для реализации карт ручного ввода данных (уставок и др.).

В области видеокадра АРМ оператора доступны следующие мнемосхемы:

- дерево экранных форм приведено в приложении Д;
- мнемосхема ГРС приведена в приложении Е.

На мнемосхеме «ГРС» отображается работа всех основных объектов и параметров:

- измеряемые и сигнализируемые параметры ГРС;
- измеряемые параметры входа и выхода ГРС;
- состояние и режим работы задвижек.

При помощи данной мнемосхемы может быть выполнено следующее:

- выбор режима работы и управление задвижками;
- маскирование, имитация и квитирование измеряемых и сигнализируемых параметров.

На мнемосхемах «дерево экранных форм» отображается все скрытые объекты и параметры:

- диагностика источника бесперебойного питания;
- автоматическое регулирование температурой газа после подогревателя и станции СКЗ.

При помощи данных мнемосхем может быть выполнено следующее:

- состояние и режим работы ИБП;
- поддерживание, имитация и квитирование измеряемых параметров.

Мнемознаки

Мнемознак аналогового параметра

На рисунке 19 представлен мнемознак аналогового параметра.

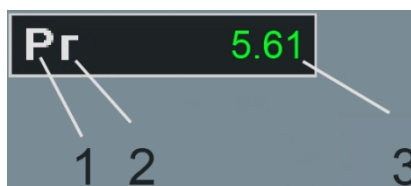


Рисунок 19 — Мнемознак аналогового параметра

На мнемосхеме не обозначены единицы измерения аналоговых сигналов. Исходя из методики по эксплуатации и паспортов первичных измерительных приборов единицы измерения взяты автоматически: расход- м^3 ; температура- $^{\circ}\text{C}$; давление- МПа; уровень- мм.

В части 1 отображается тип аналогового параметра.

Р- давление;

L- уровень;

T- температура;

Q- расход;

Pd- перепад давления;

В части 2 пишется измеряемая среда или линия аналогового параметра:

- г – газ;
- т – теплоноситель;
- тек – текущий расход газа;
- нар – нарастающий суточный расход газа.

В части 3 отображается величина измерения аналогового параметра.

- зеленый цвет – норма;
- белый цвет – обрыв или неисправность;
- желтый цвет – предупредительный;
- красный цвет – аварийный.

Мнемознак «Задвижка»

На рисунке 20 представлен мнемознак «Задвижка».

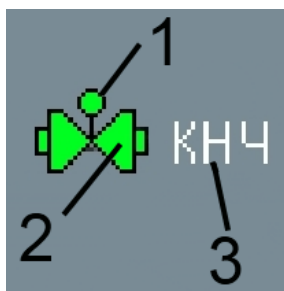



Рисунок 20 — Мнемознак «Задвижка»

Часть 1 отображает режимы управления задвижкой:

-  – дистанционное управление.

Часть 2 отображает положение и состояние задвижки:

- зеленый цвет – задвижка открыта;
- красный цвет – задвижка закрыта;
- желтый цвет – промежуточное положение;
- белый цвет – обрыв или потеря связи.

Часть 3 отображает позицию задвижки.

3 Социальная ответственность

3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Нормы трудового права – это правила трудовых отношений, установленные или санкционированные государством посредством законодательных актов.

Работодатель обязуется проводить аттестацию и сертификацию рабочих мест один раз в пять лет с участием представителя профкома.

Если по результатам аттестации рабочее место не соответствует санитарно-гигиеническим требованиям и признано условно аттестованным, разрабатывать совместно с профкомом план мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда на данном рабочем месте и обеспечивать их выполнение.

Ежегодно издавать приказ о мероприятиях по охране труда и промышленной безопасности, считать эти мероприятия соглашением по охране труда на год.

Обеспечивать за счет средств работодателя:

- проведение инструктажей по охране труда, обучение лиц, поступающих на работу с вредными и (или) опасными условиями труда, безопасным методам и приемам выполнения работ со стажировкой на рабочем месте и сдачей экзаменов, проведение периодического обучения по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в период работы.
- проведение обязательных периодических медицинских осмотров (обследований) работников, в том числе женщин в женской консультации, в рабочее время по графику медицинских осмотров, с сохранением за ними места работы (должности) и среднего заработка на время прохождения указанных медицинских осмотров.

- наличие на производственных участках аптечек для оказания первой помощи пострадавшим и обработки микротравм; наличие согласно перечня средств и медикаментов, их ежегодную замену.

- дополнительное страхование работников от несчастных случаев на производстве.

Порядок обеспечения работников спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты, стирки и дезинфекции устанавливается локальными нормативными актами работодателя, принимаемыми по согласованию с профкомом.

Перечень изменений и дополнений к нормативам, утвержденным законодательством РФ выдачи спецодежды, спецобуви и средств индивидуальной защиты определяется приложением к коллективному договору.

3.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

При организации рабочего места необходимо однозначно решить вопросы производственной безопасности, эргономики, промышленной санитарии в соответствии с требованиями нормативно-технических документов (НТД). Игнорирование данных требований приводит к получению работником производственных травм или развитию у него профессиональных заболеваний.

Целью данного раздела является выполнение и анализ вредных и опасных факторов труда инженера-оператора и разработка мер защиты от них, оценка условий труда микроклимата рабочей среды. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной и экологической безопасности, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

Любая производственная деятельность сопряжена с воздействием на работающих вредных и опасных производственных факторов.

Элементы условий труда, выступающих в роли опасных и вредных производственных факторов, можно разделить на четыре группы:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

На здоровье инженера-проектировщика химические и биологические факторы существенного влияния не оказывают.

К группе физических факторов производства относятся:

- электромагнитное и ионизирующее излучения;
- статическое электричество;
- электрический ток;
- повышенный уровень шума;
- повышенный или пониженный уровень освещенности.

К группе психофизиологических факторов производства относятся:

- эмоциональные нагрузки;
- умственное перенапряжение;
- перенапряжение зрительных и слуховых анализаторов;
- длительные статические нагрузки;
- монотонность труда.

Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энерготрат организма в ккал/ч (Вт). Работа инженера-разработчика относится к категории Ia (работа с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/час (до 139 Вт), производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением).

По степени физической тяжести работа инженера-проектировщика относится к категории легких работ. Основные нагрузки на организм – нервно-психологические, а также зрительные. Так как основным видом работы инженера-проектировщика является работа с прикладным программным обеспечением и технической документацией, то потенциальными источниками опасных и вредных факторов являются персональные компьютеры и мониторы.

Обеспечение условий высокопроизводительного и безопасного труда заключается в организации рабочего места и создании нормальных условий труда. При этом должны быть предусмотрены меры по предупреждению или снижению утомляемости работающего. [21, 26].

3.3 Разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих

3.3.1 Микроклимат

Высокая производительность и комфортность труда на рабочем месте инженера-проектировщика зависит от микроклимата в производственном помещении. Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

Санитарные правила и нормы предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.

В помещении должны быть обеспечены оптимальные параметры микроклимата, которые установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека и представлены в таблице 16.

Таблица 14 – Оптимальные параметры микроклимата в помещении

| Период года | Холодный и переходный | Теплый |
|--------------------------------|-----------------------|---------|
| Температура, °С | 22 – 24 | 23 – 25 |
| Относительная влажность, % | 40 – 60 | 40 – 60 |
| Скорость движения воздуха, м/с | до 0,1 | 0,1–0,2 |

Размеры диспетчерской, где находится рабочее место оператора, составляют: длина – 11 метров, ширина – 7 метров, высота – 4,5 метров. Общая площадь равна 77 м². Общий объем равен 346,5 м³. В помещении работают 4 сотрудника. На одного сотрудника приходится 19,25 м², что соответствует санитарным нормам, согласно которым для одного работника должны быть

предусмотрены площадь величиной не менее $4,5 \text{ м}^2$ при работе с ЖК-мониторами.

Температура поверхностей и скорость движения воздуха не превышают допустимых величин. Температура воздуха в рабочем помещении в холодное время года поддерживается в диапазоне от $(22 - 24) ^\circ\text{C}$, в теплое от $(23 - 25) ^\circ\text{C}$. Влажность составляет $40 - 60 \%$. Следовательно в помещении соблюдаются допустимые микроклиматические условия. [19, 26]

3.3.2 Освещенность

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Основной задачей светотехнических расчётов для искусственного освещения является определение требуемой мощности электрической осветительной установки для создания заданной освещённости.

В расчётном задании должны быть решены следующие вопросы:

- выбор системы освещения;
- выбор источников света;
- выбор светильников и их размещение;
- выбор нормируемой освещённости;
- расчёт освещения методом светового потока.

3.3.3 Электробезопасность

Электрический ток представляет собой скрытый тип опасности, т.к. его трудно определить в токо- и нетоковедущих частях оборудования, которые являются хорошими проводниками электричества. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает $0,05 \text{ А}$, ток менее $0,05 \text{ А}$ – безопасен (до 1000 В). С целью предупреждения поражений

электрическим током к работе должны допускаться только лица, хорошо изучившие основные правила по технике безопасности.

Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

В соответствии с правилами электробезопасности в служебном помещении должен осуществляться постоянный контроль состояния электропроводки, предохранительных щитов, шнуров, с помощью которых включаются в электросеть компьютеры, осветительные приборы, другие электроприборы.

Электрические установки, к которым относится практически все оборудование ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность. При работе с компьютером (дисплей, системный блок, клавиатура) и принтером существует опасность поражения электрическим током:

- при непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ЭВМ;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ЭВМ);
- при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- при коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развертки.

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается «Правила устройства электроустановок», все помещения делят на:

- помещения с повышенной опасностью;
- особо опасные помещения;
- помещения без повышенной опасности.

В помещении мастерской КИПиА в котором велась работа над дипломным проектом относится к помещениям без повышенной опасности, т.к. в нем отсутствовали следующие условия:

- повышенная влажность (относительная влажность воздуха длительно превышает 75 %);
- высокая температура (более 30 °С);
- токопроводящая пыль,
- токопроводящие полы;
- возможность одновременного соприкосновения к имеющим соединение с землей металлическим предметам и металлическим корпусам электрооборудования.

Для защиты от поражения электрическим током все токоведущие части должны быть защищены от случайных прикосновений кожухами, корпус устройства должен быть заземлен. Заземление выполняется изолированным медным проводом сечением 1,5 миллиметров, который присоединяется к общей шине заземления с общим сечением 48 миллиметров при помощи сварки. Общая шина присоединяется к заземлению, сопротивление которого не должно превышать 4 Ом. Питание устройства должно осуществляться от силового щита через автоматический предохранитель, который срабатывает при коротком замыкании нагрузки.

В мастерской КИПиА разрядные токи статического электричества чаще всего возникают при прикосновении к любому из элементов ЭВМ. Такие разряды опасности для человека не представляют, но кроме неприятных ощущений они могут привести к выходу из строя ЭВМ. Для снижения величины возникающих зарядов статического электричества покрытие технологических полов выполнено из однослойного поливинилхлоридного антистатического линолеума.

Повышение уровня электробезопасности достигается за счет организации безопасной эксплуатации оборудования и обеспечения недоступности к токоведущим частям аппаратуры.

3.4 Экологическая безопасность

При нормальной работе технологического оборудования возможны постоянные небольшие утечки загрязняющих веществ в атмосферу. Выброс вредных веществ происходит:

- на открытых технологических площадках через запорно-регулирующую арматуру;
- от оборудования, расположенного в блоках, через воздухопроводы и дефлекторы;
- при сжигании газа на факелах через трубы;
- при заполнении емкостей через воздушники и свечи рассеивания;
- при заполнении резервуаров через дыхательные клапаны;
- при сжигании газа на факеле.

При работе технологического оборудования возможны периодические непродолжительные по времени (залповые) выбросы, превышающие по мощности постоянные. Это технически неизбежные выбросы, обусловленные технологическим регламентом производства.

На основе статистических данных об аварийных ситуациях на нефтехимических производствах целесообразно рассматривать аварию в виде отказа энергосистемы или порыва трубопроводов.

Основными загрязнителями атмосферы являются углеводороды, оксиды азота, оксид углерода, пропилен, едкий натр, этилен. Применение средств индивидуальной защиты на территории предприятия обязательно.

Вредные вещества, выделяющиеся в атмосферу, отличаются по своим свойствам и оказывают различное воздействие на окружающую среду. [19, 26].

3.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Пожарная безопасность

Пожар представляет особую опасность, так как он грозит уничтожением аппаратуры, инструментов, документов, которые представляют большую материальную ценность, и возникновением пожара в соседних помещениях. А также может представлять серьезную угрозу жизни и здоровью персонала.

Под пожарной безопасностью понимается состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Пожарная безопасность обеспечивается системой пожарной сигнализации и системой оповещения о пожаре и системой пожарной. Согласно постановления Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 "О противопожарном режиме", если объект не с массовым пребыванием людей, то посчитайте сколько рабочих мест у вас организовано на этаже. Если менее 10, план эвакуации не нужен.

Возникновение пожара в рассматриваемом помещении обуславливается следующими факторами:

- работа с открытой электроаппаратурой;
- короткое замыкание в блоке питания или высоковольтном блоке дисплейной развертки;
- нарушенная изоляция электрических проводов;
- несоблюдение правил пожарной безопасности;
- наличие горючих компонентов: документы, двери, столы, изоляция кабелей и т.п.;
- наличие кислорода, как окислителя процессов горения.

Источниками зажигания в диспетчерской могут быть электронные схемы от ЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые

элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

В современных ЭВМ очень высокая плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры до (80 – 100) °С. При этом возможно плавление изоляции, и как следствие короткое замыкание, которое сопровождается искрением и ведет к недопустимым перегрузкам элементов микросхем.

Для диспетчерской установлена категория пожарной опасности В - пожароопасные.

Пожарная профилактика основывается на устранении благоприятных условий возгорания. В рамках обеспечения пожарной безопасности решаются четыре задачи: предотвращение пожаров и возгорания, локализация возникших пожаров, защита людей и материальных ценностей, тушение пожара. Предотвращение пожара достигается путем исключения легко воспламеняемых предметов и источников возгорания, а также поддержанием среды в условиях, препятствующих возгоранию. Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования. Необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара:

- обеспечить подъезды к зданию;
- обесточивание электрических кабелей;
- наличие пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах;
- наличие гидрантов с пожарными рукавами;
- телефонная связь с пожарной охраной;
- огнетушители: углекислотный ОУ-3 и ОУ-5. [20, 26].

4 Финансовый менеджмент. Ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы, также необходимо оценить полные денежные затраты на проект и получить хотя бы приближенную экономическую оценку результатов ее внедрения.

4.1 Организация и планирование работ

Перечень этапов выполненной работы и их исполнители приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Перечень этапов работы и их исполнители

| Этапы работы | Исполнители | Загрузка исполнителей |
|---|-------------|-----------------------|
| Постановка цели и задач исследования | НР | 100 % |
| | И | 10 % |
| Составление и утверждения технического задания | НР | 100 % |
| | И | 10 % |
| Обзор литературы | И | 100 % |
| Расчеты и аналитика (экспериментальная часть) | И | 100 % |
| Обсуждение результатов и оценка эффективности проведенных работ | НР | 30 % |
| | И | 100 % |
| Анализ экологичности и экономичности проведенных работ | И | 100 % |
| Оформление пояснительной записки и презентационного материала | И | 100 % |

4.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работы выполняется опытно-статистическим методом, реализуемым экспертным способом. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ используется следующая формула:

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4 \cdot t_{prob} + t_{max}}{6}, \quad (1)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дни;
 t_{max} – максимальная продолжительность работы, дни;
 t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дни.

Для построения линейного графика рассчитывается длительность этапов в рабочих днях, а затем переводится в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) осуществляется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (2)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дни;
 $K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1 \div 1,2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях осуществляется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \quad (3)$$

где $T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях.

Коэффициент календарности выполняется по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} = \frac{365}{365 - 51 - 15} = 1,221 \quad (4)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);
 $T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 51$);
 $T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 15$).

В таблице 17 представлены результаты расчетов продолжительности этапов работы и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. На основании этих результатов был построен линейный график (таблица 18).

Таблица 17 – Трудозатраты на выполнение работы

| Этапы работы | Исполнители | Продолжительность работ, дни | | | | Трудоемкость работ по исполнителям, чел-дн. | | | |
|---|-------------|------------------------------|------------|-----------|-----------|---|--------------|--------------|---------------|
| | | | | | | $T_{РД}$ | | $T_{КД}$ | |
| | | t_{min} | t_{prob} | t_{max} | $t_{ож}$ | НР | И | НР | И |
| Постановка цели и задач исследования | НР И | 1 | 3 | 5 | 3 | 3,3 | 0,33 | 4,03 | 0,40 |
| Составление и утверждения технического задания | НР И | 1 | 3 | 5 | 3 | 3,3 | 0,33 | 4,03 | 0,40 |
| Обзор литературы | И | 7 | 14 | 21 | 14 | - | 15,4 | - | 18,80 |
| Расчеты и аналитика (экспериментальная часть) | И | 30 | 45 | 60 | 45 | - | 49,5 | - | 60,44 |
| Обсуждение результатов и оценка эффективности проведенных работ | НР И | 3 | 5 | 7 | 5 | 1,65 | 5,5 | 2,01 | 6,72 |
| Анализ экологичности и экономичности проведенных работ | И | 5 | 10 | 15 | 10 | - | 11 | - | 13,43 |
| Оформление пояснительной записки и презентационного материала | И | 4 | 7 | 10 | 7 | - | 7,7 | - | 9,40 |
| Итого: | | | | | 87 | 8,25 | 89,76 | 10,07 | 109,59 |

Таблица 18 – Линейный график работы

| Этапы работы | Исполнители | T _{кд} , дни | Продолжительность выполнения работ | | | | | | | | | | |
|---|-------------|--------------------------|------------------------------------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|
| | | | 02.19 | | | 03.19 | | | 04.19 | | | 05.19 | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| Постановка цели и задач исследования | НР | 4,03 | ■ | | | | | | | | | | |
| | И | 0,40 | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| Составление и утверждения технического задания | НР | 4,03 | | ■ | | | | | | | | | |
| | И | 0,40 | | | ■ | | | | | | | | |
| Обзор литературы | И | 18,80 | | | ■ | ■ | | | | | | | |
| Расчеты и аналитика (экспериментальная часть) | И | 60,44 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| Обсуждение результатов и оценка эффективности проведенных работ | НР | 2,01 | | | | | | | ■ | | | | |
| | И | 6,72 | | | | | | | | ■ | | | |
| Анализ экологичности и экономичности проведенных работ | И | 13,43 | | | | | | | | ■ | ■ | | |
| Оформление пояснительной записки и презентационного материала | И | 9,40 | | | | | | | | | ■ | ■ | |

■ – исполнитель; ■ – научный руководитель

4.1.2 Расчет накопления готовности проекта

Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (i -го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом. Степень готовности определяется по формуле:

$$СГ_i = \frac{ТР_i^H}{ТР_{общ}} = \frac{\sum_{k=1}^i ТР_k}{ТР_{общ}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m ТР_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m ТР_{km}}, \quad (5)$$

где $ТР_{общ}$ – общая трудоемкость работы;

$ТР_i$ ($ТР_k$) – трудоемкость i -го(k -го) этапа работы, $i = \overline{1, I}$;

$ТР_{ij}$ ($ТР_{kj}$) – трудоемкость работ, выполняемых j -м участником на i -м этапе, $j = \overline{1, m}$.

Результаты расчетов представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого ее этапа

| Этапы работы | $ТР_i, \%$ | $СГ_i, \%$ |
|---|------------|------------|
| Постановка цели и задач исследования | 3,70 | 3,70 |
| Составление и утверждения технического задания | 3,70 | 7,40 |
| Обзор литературы | 15,71 | 23,11 |
| Расчеты и аналитика (экспериментальная часть) | 50,51 | 73,62 |
| Обсуждение результатов и оценка эффективности проведенных работ | 7,30 | 80,92 |
| Анализ экологичности и экономичности проведенных работ | 11,22 | 92,14 |
| Оформление пояснительной записки и презентационного материала | 7,86 | 100,00 |

4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;

- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

4.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье затрат относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работы. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Кроме того статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю.

Таблица 20 – Расчет затрат на материалы

| Наименование | Кол-во, ед. | Цена за единицу, руб. | Сумма, руб. |
|---|----------------|--------------------------|----------------|
| Блокнот | 3 | 40 | 120 |
| Ручка Pilot | 3 | 50 | 150 |
| Картридж для принтера (ч/б) Advantage Black | 2 | 1090 | 2180 |
| Картридж для принтера (цв) Advantage Tri-Colour | 1 | 890 | 890 |
| Бумага для принтера А4 SvetoCopy | 1 | 300 | 300 |
| Лицензия ПО Microsoft Office | 1 | 5 990 | 5 990 |
| Всего за материалы | 9630 | | |
| Транспортно-заготовительные расходы (4 %) | 385 | | |
| Итого по статье | 10 015 | | |

4.2.2 Расчет заработной платы

Среднедневная тарифная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = МО/24,917, \quad (6)$$

где МО – месячный оклад для сотрудников ТПУ, руб.;

24,917 – среднее количество рабочих дней в месяце (при шестидневной рабочей неделе).

Для учета в составе полной заработной платы премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$; $K_{\text{р}} = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 \cdot 1,188 \cdot 1,3 = 1,699$.

Результаты расчета затрат на полную заработную плату приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Затраты на заработную плату

| Исполнитель | Оклад, руб/мес. | ЗП _{дн-т} , руб/раб.день | T _{рд} , дни | K _и | Фонд ЗП, руб. |
|---------------|--------------------|--------------------------------------|-----------------------|----------------|------------------|
| НР | 29 568 | 1 186,66 | 9 | 1,699 | 18 145,22 |
| И | 8 572,24 | 343,99 | 90 | 1,62 | 50 153,74 |
| Итого: | | | | | 68 298,96 |

4.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30,1 % от полной заработной платы по проекту, т.е.

$$C_{\text{соц}} = 0,30 \cdot C_{\text{ЗП}} \quad (7)$$

Тогда

$$C_{\text{соц}} = 0,30 \cdot 68298,96 = 20489,69$$

4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{э}}, \quad (8)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час;

$Ц_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час, руб. (для ТПУ – 5,748 руб/кВт·час).

Результаты расчета затрат на электроэнергию приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Затраты на электроэнергию

| Оборудование | $t_{\text{об}}$, час | $P_{\text{об}}$, кВт | $C_{\text{эл.об.}}$, руб. |
|---------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|
| ПК | 504 (720·0,7) | 0,3 | 869,10 |
| Принтер (ч/б) | 2 | 0,1 | 1,15 |
| Принтер (цв) | 1 | 0,1 | 0,57 |
| Итого: | | | 870,82 |

4.2.5 Расчет амортизационных расходов

Амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта определяется по формуле:

$$C_{\text{ам}} = \frac{N_{\text{а}} \cdot Ц_{\text{об}} \cdot t_{\text{рф}} \cdot n}{F_{\text{д}}}, \quad (8)$$

где $N_{\text{а}}$ – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{\text{об}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР, руб.;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, час;

$t_{\text{рф}}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения работы, час;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Норма амортизация ПК определяется следующим образом:

$$N_{\text{а}}(\text{ПК}) = 1/C_{\text{а}} = 1/2,5 = 0,4, \quad (9)$$

где C_A – срок амортизации ПК (2-3 года).

Норма амортизации принтера (ч/б):

$$H_A(\text{пр ч/б}) = 1/C_A = 1/2 = 0,5$$

Норма амортизации принтера (цв):

$$H_A(\text{пр цв}) = 1/C_A = 1/3 = 0,33$$

Тогда

$$C_{AM}(\text{ПК}) = \frac{0,4 \cdot 50000 \cdot 0,75 \cdot 504 \cdot 1}{299 \cdot 8} = 3160,53 \text{ руб.}$$

$$C_{AM}(\text{пр ч/б}) = \frac{0,5 \cdot 10000 \cdot 2 \cdot 1}{500} = 20,00 \text{ руб.}$$

$$C_{AM}(\text{пр цв}) = \frac{0,33 \cdot 15000 \cdot 1 \cdot 1}{100} = 49,50 \text{ руб.}$$

Общие амортизационные отчисления составят:

$$C_{AM\text{общ}} = 3160,53 + 20,00 + 49,50 = 3230,03 \text{ руб.}$$

4.2.6 Расчет прочих расходов

В данной статье отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$\begin{aligned} C_{\text{пр}} &= 0,1 \cdot (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}) \\ &= 0,1 \cdot (10015 + 68298,96 + 20489,69 + 870,82 + 3230,03) \\ &= 10290,45 \text{ руб.} \end{aligned} \tag{10}$$

4.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

Результаты расчетов по всем статьям затрат (работы) себестоимость приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Смета затрат на разработку проекта

| Статьи затрат | Сумма, руб |
|---|-------------------|
| Затраты на материалы и покупные изделия $C_{\text{мат}}$ | 10 015,00 |
| Затраты на заработную плату $C_{\text{зп}}$ | 68 298,96 |
| Затраты на отчисления в социальные фонды $C_{\text{соц}}$ | 20 489,69 |
| Затраты на электроэнергию $C_{\text{эл.об.}}$ | 870,82 |
| Затраты на амортизационные расходы $C_{\text{ам}}$ | 3 230,03 |
| Затраты на прочие расходы $C_{\text{пр}}$ | 10 290,45 |
| Итого: | 113 194,95 |

4.2.8 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта следует принять в размере 5-20 % от полной себестоимости работы и составит 16 979,24 руб. (15 %).

4.2.9 Расчет НДС

С 2019 года НДС составляет 20 % от суммы затрат на разработку и прибыли.

Тогда

$$\text{НДС} = 0,2 \cdot (113\,194,95 + 16\,979,24) = 26\,034,84 \text{ руб.} \quad (11)$$

4.2.10 Цена разработки НИР

Цена разработки определяется следующим образом:

$$C_{\text{НИР}} = 113\,194,95 + 16\,979,24 + 26\,034,84 = 156\,209,03 \text{ руб.} \quad (12)$$

4.3 Оценка экономической эффективности проекта

В результате внедрения данной системы достигается экономия эксплуатационных расходов за счет перехода на отечественное оборудование, приобретаемое по более низким ценам, повышение надежности газоснабжения потребителей. В связи с отсутствием необходимых данных (стоимость оборудования и условия поставки), количественная оценка ее экономической эффективности на данном моменте некорректна.

Заключение

В результате выполненной работы была разработана система автоматизированного управления газораспределительной станцией. В ходе курсового проекта был изучен технологический процесс подачи газа на ГРС. Были разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации ГРС, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Системы автоматизации ГРС, диспетчерского контроля и управления были спроектированы на базе полевых устройств фирмы Метран, промышленных контроллеров 750-816 Wago I/O Sistem и программного SCADA-пакета Impuls-44. В данном курсовом проекте была разработана схема внешних проводок, позволяющая понять систему передачи сигналов от полевых устройств на САУ ГРС и АРМ оператора и, в случае возникновения неисправностей, легко их устранить. Для управления технологическим оборудованием и сбором данных были разработаны алгоритмы пуска/останова технологического оборудования и управления сбором данных. Для поддержания давления газа в трубопроводе на выходе газораспределительной станции был выбран способ регулирования давления (дресселирование) и разработан алгоритм автоматического регулирования давления (разработан ПИД-регулятор). В заключительной части курсового проекта были разработаны дерево экранных форм, мнемосхемы ГРС и объектов ГРС.

В разделе «Социальной ответственности» рассмотрены условия работы оператора системы, рассмотрены требования к персональным электронно-вычислительным машинам, проблемы экологического образования и пути их решения. Проведен анализ опасных и вредных производственных факторов.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассмотрена перспективность научного исследования, проведена оценка коммерческой ценности, рассмотрены возможные источники финансирования. Проведена оценка конкурентоспособности разработки.

Таким образом, спроектированная САУ ГРС не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую изменять и модернизировать разработанную САУ в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиями. Кроме того, SCADA-пакет, который используется на всех уровнях автоматизации ГРС, позволяет заказчику сократить затраты на обучение персонала и эксплуатацию систем.

Conclusion

As a result of the work performed, a system of automated control of the gas distribution station was developed. During the course project, the technological process of gas supply to the GRS was studied. Structural and functional schemes of GRS automation were developed, allowing to determine the composition of the necessary equipment and the number of data and signal transmission channels. The GRS automation system, Supervisory control and management has been designed on the basis of the field devices of the company Metran industrial controllers 750-816 Wago I/O System and software of SCADA package Impuls-44. In this course project, a scheme of external wiring was developed, which allows to understand the system of signal transmission from field devices to the ACS GRS and arm of the operator and, in case of malfunctions, it is easy to eliminate them. To control technological equipment and data collection, algorithms for starting/stopping technological equipment and data collection control were developed. To maintain the gas pressure in the pipeline at the outlet of the gas distribution station, a method of pressure regulation (throttling) was chosen and an algorithm for automatic pressure regulation was developed (a PID regulator was developed). In the final part of the course project, a tree of screen forms, mnemonic diagrams of GRS and GRS objects were developed.

The section "Social responsibility" describes the conditions of the system operator, the requirements for personal electronic computers, the problems of environmental education and ways to solve them. The analysis of hazardous and harmful production factors.

In the section "Financial management, resource efficiency and resource saving" the prospects of scientific research are considered, the assessment of commercial value is carried out, possible sources of financing are considered. The evaluation of the competitiveness of the development.

Thus, the designed SAU GRS not only meets the current requirements for the automation system, but also has a high flexibility that allows you to change and

upgrade the developed SAU in accordance with the increasing requirements throughout the life of the requirements. In addition, the SCADA package, which is used at all levels of GRS automation, allows the customer to reduce the cost of personnel training and operation of systems.

Список используемых источников

1. Громаков Е.И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. - Томск, 2009.-134 с.
2. Шкляр В.Н. Курс лекций по дисциплине «Диагностика и надежность автоматизированных систем», 2010.-128 с.
3. Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А.; под ред. А.С. Клюева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
4. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с.
5. ГОСТ 21.408-93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 1995.— 44с.
6. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с.
7. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 311с.
8. Газораспределительная станция [Электронный ресурс], - URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Газораспределительная_станция, свободный. – Загл. с экрана.- 05.05.2019.
9. Информаторий [Электронный ресурс], <http://www.gazprominfo.ru/terms/gas-distributing-station/>, свободный. – Загл. с экрана.- 10.05.2019.
10. Техническая документация на манометр МП4-У-У2.
11. Техническая документация на манометр ДМ2005Сг1Ех.
12. Техническая документация на индикатор-реле DW 182.

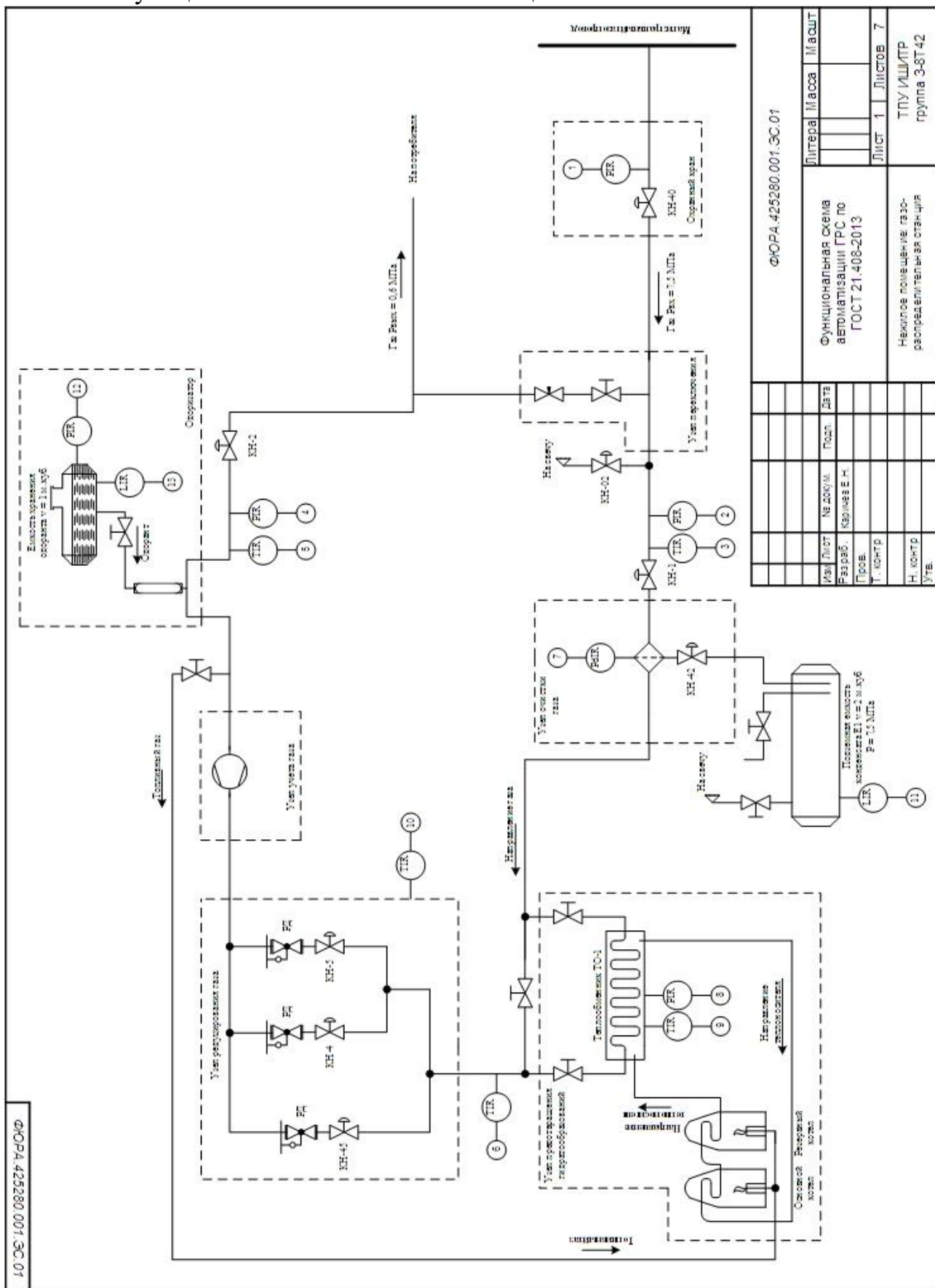
13. Автоматизированная газораспределительная станция [Электронный ресурс], <http://fb.ru/article/191129/avtomatizirovannaya-gazoraspredelitel'naya-stantsiya>, свободный. – Загл. с экрана.- 11.05.2019.
14. Метран™ [Электронный ресурс], <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/automation-solutions/measurement-instrumentation/pressure-transmitters-transducers/metran-150-ru-runtsiya>, свободный. – Загл. с экрана.- 15.05.2019.
15. Манотомь [Электронный ресурс], <http://www.manotom-tmz.ru>, свободный. – Загл. с экрана.- 15.05.2019.
16. НПП «СЕНСОР» [Электронный ресурс], URL: <http://www.nppsens.ru> свободный. – Загл. с экрана.-22.05.2019.
17. Система семейства ProSafe [Электронный ресурс], - URL: <http://automation-system.ru/spravochnik-inzhenera/item/3-23.html>, свободный. – Загл. с экрана.-11.05.2019.
18. Система противоаварийной защиты ProSafe RS[Электронный ресурс], - URL:<http://www.accontrols.ru/products/yokogawa/upravlenie-tekhnologicheskim-protssom/sistema-protivoavariinoi-zashchity-prosafe-rs>, свободный. – Загл. с экрана.-18.05.2019.
19. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
20. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность.
21. СанПиН 2.2.2.542-96 Гигиенические требования к ВДТ и ЭВМ, организации работы.
22. Автоматизация WAGO [Электронный ресурс], - URL: <https://wgspb.ru/catalog/automation/> свободный. – Загл. с экрана.-11.05.2019.
23. Industry Automation Drive Technologies ADVENTA [Электронный ресурс], - URL: <http://adventa.su/prais-list-sistemi-upravleniy-processom-Simatic-PCS7>, свободный. – Загл. с экрана. 21.05.2019.
24. Инфо-бухгалтер[Электронный ресурс],- URL: <http://www.ib.ru/law/2412>, свободный. – Загл. с экрана.-21.05.2019.

25. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебное методическое пособие: Томский политехнический университет. Томск, 2014.- 36с.

26. Гусельников М.Э., Извеков В.Н., Крепша Н.В., Панин В.Ф. Производственная и экологическая безопасность выпускной квалификационной работы для студентов всех форм обучения: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. Томск, 2006.

Приложение А (обязательное)

Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-2013



Приложение Б
(обязательное)

Таблица перечня вход/выходных сигналов

ФЮРА.425280.001.ЭС.02

| Наименование сигнала | Идентификатор сигнала | Диапазон измерения | Единица измерения | Тип сигнала | Технологические установки | | | |
|---|-----------------------|--------------------|-------------------|-------------|---------------------------|-----|-----------|-----|
| | | | | | Предупредительные | | Аварийные | |
| | | | | | min | max | min | max |
| Охранный кран | | | | | | | | |
| Давление газа до охранный крана, точка 1 | DAV_OKR_GAZ | 0..10 | МПа | 4..20 mA | - | - | - | - |
| Территория ГРС | | | | | | | | |
| Давление газа на входе ГРС, точка 2 | DAV_GRS_VH | 0..10 | МПа | 4..20 mA | - | - | - | - |
| Температура газа на входе ГРС, точка 3 | TEM_GRS_VH | -50..+50 | °C | 4..20 mA | - | - | - | - |
| Давление газа на выходе ГРС, точка 4 | DAV_GRS_VVH | 0..1,0 | МПа | 4..20 mA | - | - | - | - |
| Температура газа на выходе ГРС, точка 5 | TEM_GRS_VVH | -50..+50 | °C | 4..20 mA | - | - | - | - |
| Температура газа после теплообменника ТО-1, точка 6 | TEM_TO1_GAZ | -50..+50 | °C | 4..20 mA | - | - | - | - |
| Перепад давления на фильтре Ф-1, точка 7 | PDA_FR1 | 0..1,6 | МПа | 4..20 mA | - | - | - | - |
| Давление теплоносителя в ТО-1, точка 8 | DAV_TO1_TEPL | 0..1,0 | МПа | 4..20 mA | - | - | - | - |
| Температура теплоносителя в ТО-1, точка 9 | TEM_TO1_TEPL | -50..+300 | °C | 4..20 mA | - | - | - | - |
| Температура в помещении БРГ, точка 10 | TEM_BRG_VOZ | -50..+100 | °C | 4..20 mA | - | - | - | - |
| Уровень в емкости сбора конденсата Е-1, точка 11 | URV_EK1 | 0..2000 | мм | 4..20 mA | - | - | - | - |
| Давление в емкости для хранения одоранта, точка 12 | DAV_EO1 | 0..6,0 | МПа | 4..20 mA | - | - | - | - |
| Уровень в емкости для хранения одоранта, точка 13 | URV_EO1 | 0..1000 | мм | 4..20 mA | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | </ |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|

Приложение В (обязательное)

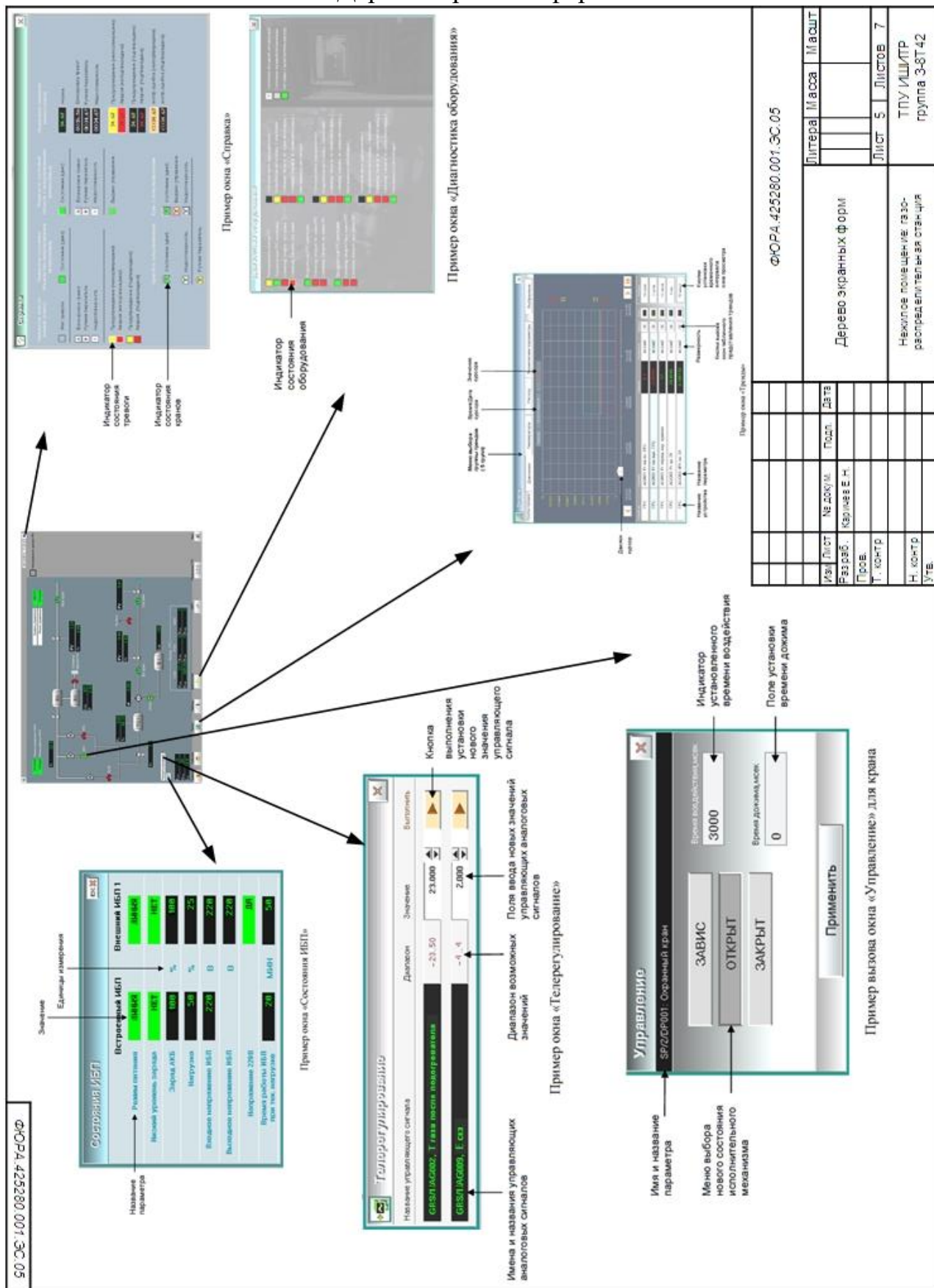


Приложение Г (обязательное)



Приложение Д (обязательное)

Дерево экранных форм



Мнемосхема ГРС

[illegible]

Приложение Ж (обязательное) Схема внешних проводов

